

Importanța Nano Sulfurului pentru Creșterea Producțiilor și Îmbunătățirea Calității Grâului Comun de Toamnă

Автор(и): доц. д-р Златина Ур, ИРГР – Садово, ССА

Дата: 01.04.2025 *Брой:* 4/2025



Rezumat

Odată cu nevoia tot mai mare de practici agricole durabile, nanoîngrășămintele au apărut ca o alternativă inovatoare la îngrășămintele convenționale. Aceste îngrășăminti avansate îmbunătățesc eficiența utilizării nutrienților, promovează creșterea culturilor și minimizează degradarea mediului prin permiterea unei aprovizionări precise cu nutrienți. Această analiză evaluează diverse tehnici de aplicare a nanoîngrășămintelor și impactul acestora asupra creșterii, randamentului și calității plantelor. În plus, examinează interacțiunile

acestora cu compoziția solului și comunitățile microbiene, evidențiind rolul lor în activitatea enzimatică și ciclul nutrienților. Deși nanoîngrășămintele oferă avantaje semnificative, provocări precum reglementarea dozei adecvate, toxicitatea potențială și efectele pe termen lung asupra mediului necesită cercetări suplimentare. Această lucrare prezintă, de asemenea, cele mai recente progrese în tehnologia nanoîngrășămintelor și subliniază importanța unei abordări integrate pentru optimizarea productivității agricole, păstrând în același timp sănătatea solului și sustenabilitatea mediului.



Bulgaria are condiții naturale unice pentru producția de cereale, în primul rând calitatea de panificație de neegalat a soiurilor de grâu comun de toamnă. Cu toate acestea, aceste oportunități nu sunt pe deplin valorificate. Una dintre principalele și necesarele condiții pentru obținerea unor randamente ridicate de grâu este utilizarea materialului seminal de înaltă calitate cu compuși eficienți de care depinde germinarea semințelor (Erdem et al., 2016). Intensificarea producției include utilizarea diferitelor îngrășăminte pentru optimizarea nutriției plantelor și a pesticidelor pentru combaterea dăunătorilor, bolilor și buruienilor în agricultura modernă. Îmbunătățirea formelor existente ale sistemului agricol se bazează pe aplicarea pe scară largă a produselor și agenților de protecție a plantelor și pe reproducerea fertilității solului, precum și pe introducerea sistemelor diferențiate de lucrare a solului, ținând cont de cerințele biologice ale culturii.

Majoritatea substanțelor chimice utilizate în producția agricolă modernă sunt sintetice și nu sunt distruse nici de sistemele enzimatice ale plantelor, nici prin abordări fizice sau chimice. Acest lucru duce la acumularea în

produsele recoltate și, în consecință, în organismele oamenilor și animalelor.

Eficacitatea preparatelor cu sulf și a combinațiilor acestora în cultivarea grâului a fost confirmată de informațiile din literatură și, prin urmare, acestea sunt recomandate pentru utilizare în agricultură.

Patogenii fungici care provoacă rugină brună la grâu pot duce la pierderi de recoltă de până la 50–60%. Una dintre cele mai eficiente metode de prevenire a acestor pierderi este dezvoltarea de soiuri rezistente cu un potențial ridicat de randament. Prin urmare, principala strategie de combatere – rezistența genetică a gazdei – este utilizată pentru controlul bolilor de rugină la grâu, în special a ruginii frunzelor. Până în prezent, rezistența genetică a gazdei rămâne cea mai eficientă (El-Orabey et al., 2019).

Se știe că sulful ajută la încetinirea proceselor oxidative din plante, în timp ce crește procesele de reducere, iar cerealele își sporesc viabilitatea și îmbunătățesc calitatea boabelor.

Există mai puține cercetări privind efectul sulfului asupra absorbției de fosfor și potasiu de către plante decât asupra azotului, iar concluziile sunt adesea contradictorii (Shekel, 1979, Tisdale, 1974). Un efect pozitiv al sulfului asupra absorbției de fosfor și potasiu de către plante împreună cu azotul a fost observat în solurile calcaroase sodice-podzolice (Tserling, 1990, Shevyakova, 1983, Shkel, 1979). Cercetătorii explică îmbunătățirea nutriției plantelor cu fosfor și potasiu sub influența nanoparticulelor de sulf în aceste cazuri prin mobilitatea crescută a elementelor solului sub acțiunea acidului sulfuric (Svetlov et al., 1987, Archer, 1974). Astfel, cercetările noastre arată că influența preparatelor care conțin sulf este relevantă și promițătoare, dar în practică a fost realizată la o scară insuficientă.

Studiile privind efectul sulfului și calciului relevă eficacitatea utilizării sulfului pentru creșterea productivității (Ivanitsky, Ya.V., 2011, Maslova et al., 2008, Maslova, 2008), deoarece deficiența de sulf în boabe afectează semnificativ randamentul și calitatea boabelor de grâu (Zhao et al., 1999). **Azotul nu poate fi utilizat eficient fără sulf, iar conținutul de proteine nu își poate atinge potențialul maxim de randament.** Mai mult, sulful este un component al mai multor compuși cheie din culturi, astfel că deficiența de sulf este un factor limitativ nu numai pentru creștere și randamentul semințelor, ci și pentru calitatea slabă a produsului (Singh, 2003). Limitarea disponibilității sulfului contribuie la sinteza unui conținut scăzut de proteine (Flaete et al., 2005), reduce dimensiunea și calitatea boabelor de grâu din cauza încetării formării legăturilor disulfurice, formate de grupurile sulfhidril ale cisteinei (Gyori, 2005, McGrath, 2003). Boabele de grâu care conțin sulf, măsurat ca concentrație de sulf în plus față de concentrația de azot, este cheia calității semințelor (Karimi și Mohsenzadch, 2015, Geiger, 2009, Whitesides, 2005), iar deficiența acestia duce la o scădere a productivității. Rezultatele

arată similitudine între CuO sau ZnO în plantele de grâu cu toxicitate mai mare a rădăcinilor asociată cu dimensiunea mai mică a nanoparticulelor de sulf (Hasan et al., 2018, Dimkra et al., 2013, Tea et al., 2007).

În prezent, cea mai promițătoare direcție este utilizarea tratamentului pre-semănat al semințelor cu nanoparticule, după cum demonstrează creșterea volumelor de vânzări. O caracteristică a acțiunii substanțelor active este că acestea intensifică procesele fiziologice și biochimice din plante și, în același timp, sporesc randamentul și rezistența la stres. Astfel de regulatori includ substanțe naturale și sintetice care, în doze mici, influențează activ metabolismul plantelor (Burkitbayev et al., 2021). Tehnologia intensivă de cultivare a culturilor asigură realizarea deplină a potențialului plantelor de a forma randamente ridicate de bună calitate. Rezistența soiurilor studiate este confirmată de date privind balanța ionică a Na^+ , K^+ și Ca^{2+} în rădăcinile primare ale grâului (Terletskaia et al., 2019). În practica agricolă globală, noile soiuri cu randament ridicat, rotațiile culturilor bazate științific și utilizarea rațională a formulărilor minerale și a produselor de protecție a plantelor sunt recunoscute ca factori cheie în creșterea randamentelor. Aceste tehnici necesită investiții mari de energie și materiale și nu sunt întotdeauna sigure pentru mediu. O problemă acută a producției vegetale moderne în prezent este producerea de produse agricole ecologice și reducerea presiunii antropice asupra biogeocenozei (Monostori et al., 2017).

Indicatorul stării sulfului în plante corelează semnificativ cu sulful biodisponibil din sol. Indicatorul sulfului în biomasa lăstarilor este următorul: afectează concentrația de sulf, raportul de masă dintre azot și sulf (N / S), raportul de masă dintre fosfor și sulf și indicii de nutriție cu sulf. Sulful biodisponibil din sol corelează semnificativ cu raportul dintre azot și sulf în lăstarii grâului de toamnă și rapiței de toamnă.

Culturile necesită nutrienți pentru randamente ridicate; cu toate acestea, ele pot absorbi doar forme ionice ale elementelor. În această etapă, microorganismele sunt benefice deoarece transformă azotul, fosforul și sulful legate organic în ioni solubili precum NH_4^+ , NO_3^- , H_2PO_4^+ , HPO_4^- și SO_4^- . Mineralizarea este transformarea compușilor organici în compuși anorganici, care este un proces biologic care depinde de temperatură, precipitații, proprietățile solului, compoziția chimică a resturilor vegetale, structura și compoziția comunităților microbiene și raportul C:N din sol după aplicarea materialului vegetal. Ajustarea valorilor acestor factori face posibilă determinarea ratei și direcției de mineralizare a resturilor vegetale din sol.

Recomandările nu sunt bine dezvoltate pentru testarea solului pentru conținutul de sulf atunci când se cultivă culturi în zone aride. Pentru a evalua semnificația conținutului de sulf și azot din sol și țesut pentru predicția deficienței de sulf la diferite locații, se observă aparent morfologia, deoarece cei doi minerali sunt adesea asociați. Prin urmare, există o probabilitate de răspuns crescut la aplicarea sulfului. Se recomandă menținerea

utilizării raportului N:S, care poate indica deficiența de S atât pentru orz, cât și pentru grâu (Conyers & Holland, 2020).

Dioxidul de sulf (SO_2) joacă un rol benefic în protejarea plantelor împotriva stresului ambiental. SO_2 crește toleranța la secetă a plantelor tinere prin semnalizarea H_2S și oferă o nouă strategie pentru îmbunătățirea rezistenței plantelor la stresul hidric (Li et al., 2021).

Cheia asigurării unei fertilități ridicate a solului și creșterii randamentelor culturilor este nutriția minerală echilibrată pentru toate elementele, ținând cont de conținutul, distribuția și transformarea acestora în sol (Kulhanek et al., 2014). Sulful stă alături de elemente precum azotul, fosforul și potasiul – al doilea element proteinogen după azot. Deficiența de sulf, precum și deficiența de azot, reduce sinteza proteinelor, în timp ce manifestarea externă a înfometării cu sulf la plante coincide aproape cu semnele deficienței de azot. Necesitatea sa absolută pentru procesele de respirație, fotosinteză, metabolismul azotului și al carbohidraților a fost stabilită (Järvan, Edesi & Adamson, 2011).

Anterior, nutriția plantelor cu sulf era satisfăcută fără efort suplimentar, dar acum și în viitor resursele pentru intrarea sa în sol sunt în scădere, iar cererea pentru acesta în agricultură este în creștere datorită cererii mai mari de produse agricole de înaltă calitate. **Principalele motive pentru creșterea deficienței de sulf sunt conținutul mai scăzut de dioxid de sulf din atmosferă, utilizarea crescută a compușilor foarte concentrați și fără balast fără sulf, randamentele mai ridicate ale culturilor și îndepărtarea crescută a sulfurii** (Matraszek et al., 2015)

S-a stabilit că aplicarea nano-sulfurii pe soluri cu conținut scăzut de sulf crește coeficienții de utilizare a nutrienților din îngrășăminte, accelerează translocarea acestora din organele vegetative către boabe.

Agrochimicul cu sulf influențează metabolismul azotului în plantele de grâu, joacă un rol esențial din cele mai timpurii stadii de dezvoltare în metabolismul celulei vegetale, care este str