
REZUMAT TEZĂ DE DOCTORAT

Influența apei sulfuroase din zona Jibou asupra fructelor de coacăz negru

Doctorand **Szarita Veronica Paskucz**

Conducător de doctorat **Prof. univ. dr. Teodor Rusu**



INTRODUCERE

Nutriția minerală a plantelor este un proces fiziologic de aprovizionare a plantelor cu substanțe nutritive. Substanțele nutritive absorbite din mediu pot fi anorganice (adică minerale) sau organice. Când în nutriția plantelor elementele chimice lipsesc, sunt insuficiente sau în exces, apar boli fiziologice, însoțite de încetinirea sau oprirea creșterii rădăcinii, a tulpinii, a frunzelor, sau a fructelor.

În lucrarea de față ne-am propus să efectuăm un studiu amplu al solului și apelor minerale sulfuroase din zona Jibou, precum influența acestora asupra fructelor de coacaz negru de pe terenurile agricole limitrofe izvoarelor.

STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII

Descrierea plantei de coacaz negru (*Ribes Nigrum* L.). Coacazul negru (*Ribes Nigrum* L.) aparține genului *Ribes*, familia Grossulariaceae, ordinul Saxifragales, clasa Magnoliopsida, phylum Magnoliophyta, regnul Plantae. Este un arbust erect, înalt de 1–2 m și are ramuri glabre.

Frunzele sunt pețiolate și alterne pe tulpină. Au o bază cordată, sunt palmat lobați, având cinci lobi, sunt largi, lungi de 3–5 cm. Florile sunt grupate în raceme cu 5–10 flori cu rahis și pedicele pubescente și bractee pubescente, ovate sau lanceolate. Caliciul cu sepalele alungite, pubescente, recurve; subcampanulate hipanthium cu lobi răspândiți sau reflexați. Petalele sunt ovate, jumătate cât sepalele, albe până la roșiatic; disc nectaric proeminent, verde sau purpuriu, circular, acoperind ovarul; stamine puțin mai lungi decât petalele. Fructele sunt negre, globuloase, grupate în raceme, succulente, cu gust acrișor, de 6 – 11 mm în diametru, fiecare conținând mai multe semințe.

Importanța plantației de coacaz negru. Tot mai des ni se spune că „suntem ceea ce mâncăm”, iar alimentele funcționale devin tot mai interesante pentru consumatori. Coacăzele negre sunt recunoscute ca o sursă bogată de polifenoli (în special antociani, derivați ai acidului fenolic, flavonoli și proantocianidine) utili pentru sănătatea vasculară și metabolică. Printre gama largă de componente bioactive ale acestor fructe, o poziție principală este ocupată de antociani, care sunt glicozide polifenolice și aparțin familiei flavonoidelor..

Compoziția biochimică a fructelor de coacaz negru. Compoziția nutritivă a fructelor crude de *Ribesnigrum* la 100 g porție comestibilă a fost

raportată ca: apă 81,96 g, energie 63 kcal (264 kJ), proteine 1,40 g, lipide totale 0,41 g, cenușă 0,86 g, carbohidrați 15,38 g.

Proprietăți terapeutice. Coacăzul negru este folosit cu succes în prevenirea osteoartritei, ca remediu pentru răceală și gripă, iar sucule este folosit pentru a opri diareea și a stabiliza digestia.

Răspândirea plantațiilor de coacăz negru. La începutul și mijlocul anilor 1900, s-a descoperit că fructele de coacăze negre aveau un conținut ridicat de vitamina C (acid ascorbic) și au cunoscut o extindere rapidă în Europa, unde citricele nu puteau fi cultivate și era costisitor importul acestora (HUMMER și DALE, 2010). Coacăzele negre sunt originare din emisfera de N, în principal din cele mai reci regiuni din Germania, Anglia și Franța (<https://www.frutas-hortalizas.com/Fruits/Origin-production-Black-currant.html>). Conform datelor FAO printre cei zece producători principali de coacăze din lume, în anul 2020, lider în producție este Rusia (436.900 t), urmată de Polonia (146.500 t) și Ucraina (25.790 t).

Stadiul actual privind tehnologia de cultivare a coacăzului negru. Coacăzul negru este ușor de cultivat, formând, la mijlocul verii, ciorchini de fructe mov închis, bogate în vitamina C, care datorită aromei pot fi folosite în plăcinte și gemuri, dar și în alte preparate (<https://www.rhs.org.uk/fruit/blackcurrants/grow-your-own>). Coacăzele negre pot fi cultivate cu succes și în recipiente.

Coacăzele negre, în general, necesită irigare doar în perioadele de secetă, însă trebuie evitată udarea abundantă în fenofaza de coacere a boabelor (BABUC, 2012).

La sfârșitul iernii (februarie), se recomandă aplicarea unui fertilizant bogat în potasiu, iar în cazul plantelor slab dezvoltate, se recomandă aplicarea unui fertilizant pe bază de azot.

Istoria utilizării apelor sulfuroase în România. Apa minerală reprezintă apa subterană care se formează la diferite adâncimi de scoarța terestră în mod natural, atunci când întâlnește condiții geologice adecvate, fiind extrasă la suprafața pământului spontan sau prin metode tehnice (TURHAN, 2021; Official Journal, 2004).

PALKO KARASZ preciza, în anul 2019, pentru The New York Times că, în România, apa minerală este profund înrădăcinată în cultura și mitologia locală, fiind băutura preferată a românilor. Apele minerale sunt repartizate neuniform pe teritoriul României, majoritatea se găsesc în Transilvania. În prezent, România, cunoscută ca patria apelor minerale

acoperă mai mult de jumătate din rezervele de apă minerală ale Europei (BODOR et al, 2021).

Izvoarele de apă mineral sulfuroasă clorurată din zona Jibou, județul Sălaj. În sectorul numit "Sărătura", pe șoseaua ce duce spre Zalău, la 1,5 km de centrul orașului, pe un teren în suprafață de 1,40 ha se găsește izvorul cu apă minerală sulfuroasă-clorurată. Pârâul Firiza este la limita de proprietate cu terenul de unde s-au prelevat probele de sol și unde sunt cultivați, în condiții ecologice arbuști de coacăze negre.

CONTRIBUȚIA PERSONALĂ

Obiectivele urmărite. Scopul cercetărilor efectuate în perioada de doctoratură a fost caracterizarea fizico-chimică a solurilor de pe terenurile adiacente izvoarelor sulfuroase și a probelor de apă sulfuroasă, precum și cercetarea calității fructelor de coacăze negre cultivate pe aceste terenuri, în perioada anilor 2017-2020.

Obiectivele tezei de doctorat au fost următoarele:

- Analiza particularităților mediului natural al zonei Jibou în care a avut loc cercetarea experimentală;
- Organizarea unui câmp experimental natural pentru a studia influența apei sulfuroase din zona Jibou, asupra solului și împreună asupra fructelor de coacăz negru, cu 5 variante experimentale, caracterizate prin analizele de sol și apă (5 probe de sol, 5 probe de apă); analiza indicilor de calitate și de producție la fructele de coacăz s-a realizat pentru fiecare parametru testat, în trei repetiții, pentru fiecare an studiat: 2017-2020.
- **Efectuarea unor analize fizico-chimice și granulometrice a probelor de sol:**
 - Determinarea texturii solului
 - Determinarea azotului total din probele de sol
 - Determinarea carbonaților din probele de sol
 - Determinarea potasiului
 - Determinarea fosforului
 - Determinarea conținutului de humus în probele de sol
- **Efectuarea unor analize enzimologice a probelor de sol:**
 - Determinarea activității dehidrogenazice
 - Determinarea activității fosfatazice
 - Determinarea activității catalazice
 - Determinarea indicatorului enzimatic al calității solului (IECS)
- **Efectuarea unor analize chimice ale probelor de apă:**

- Determinarea pH-ului
- Potențialul redox (Eh)
- Conductivitatea electrică
- Salinitate
- Cantitatea de oxigen
- **Efectuarea unor analize microbiologice ale probelor de apă:**
 - Determinarea numărului de bacterii heterotrofe aerobe
 - Determinarea numărului de bacteriisulf-reducătoare aerobe
 - Determinarea numărului de bacteriisulf-reducătoare anaerobe
 - Determinarea numărului de bacteriisulfat reducătoare (desulfificatoare)
 - Determinarea numărului de bacteriisulf-oxidante
 - Determinarea indicatorului bacterian al calității solului (IBCS)
- **Efectuarea unor analize biochimice a fructelor de coacăze negre în plantația din Jibou:**
 - Substanța uscată
 - Conținutul de zahăr
 - Aciditatea
 - Detectarea substanțelor de bronzare și colorare
 - Vitamina C
 - conținutului total de fenoli
 - activitatea antioxidantă
- **Analiza corelațiilor și a regresiiilor dintre proprietățile solului, calitatea apei sulfuroase și caracterele determinate la fructele de coacăz negru din zona Jibou.**

Particularitățile mediului natural în care a avut loc experimentarea. Derularea cercetărilor s-a efectuat în Orașul Jibou care face parte din categoria celor mai tinere centre urbane ale țării, fiind așezat în partea de nord-est a județului Sălaj, pe malul stâng al Someșului, la confluența acestuia cu Agrijul. Este străbătut de paralela 47 16 5 latitudine Nordică și de meridianul 23 16 10 longitudine estică.

Material și metodă. Cercetările din cadrul tezei de doctorat s-au desfășurat în zona localității Jibou, în 4 ani experimentali: 2017, 2018, 2019 și 2020 iar analiza fizică și chimică a probelor de apă și de sol au fost efectuate în Laboratorul Oficiului pentru Studii Pedologice și Agrochimice Cluj-Napoca, respectiv în Laboratorul de Pedologie al USAMV, Cluj-Napoca, coform metodelor propuse de BORLAN și RĂUȚĂ, 1981. În Laboratorului de Microbiologie al Universității Babeș-Bolyai Cluj-Napoca au fost efectuate

analizele microbiologice, enzimologice și moleculare a variantelor experimentale.

De pe terenurile agricole adiacente izvoarelor sulfuroase, s-au prelevat probe de apă și sol, din 5 parcele distincte a căror coordonate au fost stabilite cu ajutorul unui GPS. Cele 5 variante experimentale au fost analizate din punct de vedere fizico- chimic și biologic.

Atât probele de apă cât și cele de sol au fost prelevate în recipiente speciale, sterile, închise ermetic și au fost păstrate, în laborator, la o temperatură constantă de +4°C. Atât prelevarea probelor cât și prelucrarea lor s-a făcut respectând normelor prevăzute în SR EN ISO 5667-1:2007/AC, 2007, SR EN ISO 5667-3, 2013, și SR EN ISO 19458, 2007.

Determinările enzimologice și microbiologice ale pobelor de sol au fost efectuate imediat după prelevarea acestora..

Rezultate și discuții. Datorită beneficiilor pe care le are asupra organismului uman, cultura de coacăze negre a devenit tot mai interesantă pentru cultivatori și pentru consumatori. Extinderea în cultură a acestei specii este limitată, însă, de cultivarele existente pe piață la ora actuală, genotipuri care nu reușesc să valorifice condiții pedoclimatice variate și care prezintă o sensibilitate ridicată la bolile și dăunătorii specifici. De asemenea, calitățile nutritive ale fructelor de coacăze negre sunt puternic influențate de genotip, de mediu și de interacțiunile dintre aceștia, cunoașterea acestor factori fiind esențială pentru reușita culturii.

Rezultate privind analizele fizico-chimice ale probelor de apă. Rezultatele au indicat că numărul de bacterii din fiecare grup a variat în funcție de locurile de prelevare. Aciditatea reală (pH) este foarte importantă deoarece influențează grupurile fiziologice de bacterii. În probele de apă, pH-ul a variat între 6,73 și 6,88. Aceste valori aparțin claselor de reacție foarte slab acide.

Bacteriile cu sulf sunt mediatori critici ai transformărilor redox care au loc în cadrul ciclului biogeochimic al sulfului al biosferei. Valorile potențialului redox din probele noastre de apă au fost foarte scăzute. Valorile conductivității electrice din cele cinci probe de apă au variat între 845 și 867 $\mu\text{S}/\text{cm}$, minimul fiind înregistrat în prima probă iar maximul exepriimentului fiind înregistrat în proba a cincea.

În toate probele de apă a fost măsurată o salinitate de 0,2%, ceea ce înseamnă că apele sulfuroase din zona Jibou conțin săruri. În cele cinci probe experimentale, cantitatea de oxigen dizolat a luat valori în intervalul 0,1 și 0,3 mg/l, având o amplitudine de variație de 0,2 mg/l.

Rezultate privind analizele fizico-chimice ale probelor de sol. Parametrul pH, a avut o amplitudine mică de variație, de 0,07 și a luat valori

în intervalul 7,98 (valoare obținută la cea de-a doua proba de sol) și 8,05 (valoare obținută pentru a treia probă de sol).

Conform metodologiei pentru studiile pedologice (FLOREA și colab., 1987), datele obținute arată un conținut scăzut de humus, nu mai mare de 1,7 %.

Conductivitatea la cele cinci probe de sol prelevate a variat foarte puțin luând valori în intervalul 0,21 și 0,28 mS. Pe baza valorilor obținute, putem afirma că absorbția de azot este foarte mică în toate probele de sol analizate. De asemenea, nutrienții din solul testat, precum fosforul și potasiul, nu au depășit valoarea de 129 ppm, respectiv 612 ppm. În ceea ce privește carbonul din cele cinci probe de sol colectate, acesta a atins un maxim de 6,72, în proba 5.

Conținutul de SO₄ în probele de sol este cuprins între 19,02-19,23 mg/100 g sol

Analizele microbiologice a probelor de apă. Din rezultatele obținute reiese că bacteriile predominante implicate în ciclul sulfului sunt bacteriile aerobe reducătoare de sulf, urmate de cele oxidante de sulf. Numărul de bacterii anaerobe este destul de scăzut în toate probele de apă analizate. Heterotrofele aerobe au constituit cel mai mare grup eco-fiziologic de bacterii și este folosit ca indicator global al calității microbiologice a apei.

Rezultate privind analizele enzimologice ale probelor de sol. ADHA a fost mai intens în probele de sol 3 și 5, urmate de probele 4, 1 și 2. Cea mai mică activitate reală a dehidrogenazei a fost afișată de sol din proba 2, unde pH-ul a fost, de asemenea, mai scăzut și probabil a influențat dezvoltarea a microorganismelor. Se poate observa că PDHA prezintă valori mai mari în toate probele, comparativ cu ADHA. Adăugarea de glucoză are un efect stimulator asupra activității dehidrogenazei. Aceste enzime care catalizează oxidarea multor compuși organici prin schimbul de electroni și protoni sunt localizate doar în celulele vii, intacte. Activitatea fosfatazei a probelor de sol a fost exprimată în mg. fenol/g sol prin măsurarea absorbanței la 600 nm (CARPA și colab., 2014).

Activitatea fosfatazei a fost detectată în toate probele de sol. Activitatea fosfatazei a fost mai intensă în proba 3, iar cea mai slabă activitate a fost înregistrată în proba 2. Activitatea catalazei a fost detectată în toate probele de sol analizate. În special în probele 1 și 5, activitatea catalazei a fost mai intensă. Solurile studiate au o activitate enzimatică destul de mare. Valorile EISQ au variat între 0,574 și 0,633.

Rezultate privind producția și calitatea fructelor de coacăze negre. În cadrul experimentului realizat în zona Jibou, producția de coacăze negre a variat mult în cei 4 ani experimentali, maximul de aproape 20 de kg/ha fiind atins în anul 2018. În medie, în cei 4 ani, s-a obținut o producție de 17,91 kg/ha, cea mai mică producție, de 16,47 kg/ha fiind înregistrată în anul 2020. Masa fructelor a variat puțin de la un an la altul, cu o medie, în

cei 4 ani, de 1,48 g. Amplitudinea de variație a fost de 0,2 g și a luat valori în intervalul 1,4 și 1,6 g.

Deși producția cea mai mare de coacăze negre a fost înregistrată în al doilea an experimental, cele mai ridicate valori pentru masa fructelor a fost înregistrată în anul 2019.

Conținutul de zahăr de-a lungul celor 4 ani experimentali a variat ușor, fiind, în medie de 8,36%, cel mai scăzut conținut înregistrându-se în 2019 (7,96%), la polul opus situându-se conținutul de zahăr obținut în anul 2017 (8,64%).

Aciditatea detectată prin titrare în fructele de coacăz negru, în timpul studiului, a fost destul de uniformă și a variat între 1,47-1,58%, cu o medie de 1,52% în cei 4 ani experimentali.

Coeficientul calculat pentru raportul dintre conținutul de zahăr și aciditate a prezentat o tendință de ușoară creștere în 2020. În medie, în cei 4 ani experimentali acesta a variat ușor și a luat valori în intervalul 4,59 și 4,82.

Variația conținutului în vitamina C din fructele de coacăz negru, în cei 4 ani experimentali, indică o valoare mai mică a acestui indice de calitate în anul 2018 (22, 69 mg/100 g), comparativ cu ceilalți 3 ani experimentali.

Conținutul total de substanțe bronzante este variabil de la un an la altul, înregistrându-se maxim 73,29 mg/100 g, în 2017 și minim 69,58 mg/100 g, în 2020.

Conținutul total de polifenolici a atins valori cuprinse între 0,492 mg/ml în 2017 și 0,552 mg/ml în 2020.

Activitatea anti-radicali liberi a extractelor analizate este direct corelată cu conținutul de polifenolici, astfel capacitatea de captare a radicalilor liberi din extractele analizate crește odată cu creșterea conținutului de polifenolici. Diferențele înregistrate în cercetare se datorează în principal conținutului de polifenoli din fructele de coacăze negre.

Analiza corelațiilor și a regresiiilor dintre proprietățile solului, calitatea apei sulfuroase și caracterele determinate la fructele de coacăz negru din zona Jibou. Calculul coeficienților de corelație reprezintă o analiză statistică utilizată frecvent în cercetarea agricolă, punând în evidență legături pozitive sau negative puternice între diferitele caractere studiate, acestea putând fi evidențiate mai bine prin calculul regresiiilor.

Coeficienții de corelație sunt indicatori ai legăturii dintre două variabile diferite. Un coeficient de corelație care este mai mare decât zero indică o relație pozitivă. O valoare mai mică decât zero înseamnă o relație negativă. Cu cât valorile coeficienților sunt mai apropiate de 1, respectiv de -1, cu atât legătura identificată este mai puternică.

În urma calculului coeficienților de corelație au fost identificate legături pozitive sau negative mai mult sau mai puțin strânse între: proprietățile

fizico-chimice și activitățile enzimatică în solurile prezente în zona Jibou, bacteriile din probele de apă, caracterele de calitate și elemente de productivitate, indicatorul bacterian de calitate al apei sulfuroase din zona Jibou, producția și compoziția biochimică a fructelor de coacaz negru, indicatorul enzimatic de calitate al solului din zona Jibou, producția și compoziția biochimică a fructelor de coacaz negru.

Analiza statistică folosind regresia liniară a permis exemplificarea legăturii existente între parametrii studiați, ajutând la o mai bună înțelegere a acestora.

Concluzii

Din rezultatele privind analizele fizico-chimice ale probelor de apă se pot desprinde următoarele concluzii:

1. Numărul de bacterii din fiecare grup a variat în funcție de locurile de prelevare.
2. În toate probele de apă a fost măsurată o salinitate de 0,2%, ceea ce înseamnă că apele sulfuroase din zona Jibou conțin săruri.

Din rezultatele privind analizele fizico-chimice ale probelor de sol se poate concluziona că:

1. Reacția solurilor analizate (pH) este slab alcalină. Parametrul pH, a avut o amplitudine mică de variație, de 0,07 și a luat valori în intervalul 7,98 (valoare obținută la cea de-a doua probă de sol) și 8,05 (valoare obținută pentru a treia probă de sol).
2. Datele obținute arată un conținut scăzut de humus, nu mai mare de 1,7 %.

Din rezultatele privind analizele microbiologice a probelor de apă se poate concluziona că:

1. Bacteriile predominante implicate în ciclul sulfului sunt bacteriile aerobe reducătoare de sulf, urmate de cele oxidante de sulf.
2. Numărul de bacterii anaerobe este destul de scăzut în toate probele de apă analizate.

Din rezultatele privind analizele enzimologice ale probelor de sol se poate concluziona că:

1. Solurile studiate au o calitate bună, având o activitate enzimatică destul de mare. Valorile EISQ au variat între 0,574 și 0,633. Pe baza rezultatelor obținute, putem considera că solurile analizate au un potențial biologic larg.

În cadrul experimentului realizat în zona Jibou, producția de coacăze negre a variat mult în cei 4 ani experimentali, maximul de aproape 20 de kg/ha fiind atins în anul 2018. În medie, în cei 4 ani, s-a obținut o producție de 17,91 kg/ha, cea mai mică producție, de 16,47 kg/ha fiind înregistrată în anul 2020.

Din analiza corelațiilor dintre proprietățile fizico-chimice și activitățile enzimactice în solurile prezente în zona Jibou se poate concluziona că:

1. pH-ul se corelează puternic și pozitiv cu: activitatea reală a dehidrogenazelor ($r=0,72$) și activitatea fosfatazei ($r=0,97$);
2. conductivitatea electrică cu activitatea fosfatazei ($r=0,76$);
3. conținutul de azot cu: activitatea reală a dehidrogenazelor ($r=0,71$) și cu activitatea fosfatazei ($r=0,80$);
4. conținutul de fosfor cu activitatea fosfatazei ($r=0,82$);
5. conținutul în potasiu cu activitatea fosfatazei ($r=0,86$);
6. carbonații cu activitatea fosfatazei ($r=0,81$).
7. conținutul în fosfor se corelează negativ cu activitatea potențială a dehidrogenazelor ($r=-0,81$).

Prin studiul corelațiilor dintre comunitățile de bacterii din probele de apă prezente în zona Jibou, au fost identificate:

1. legătură pozitivă puternică între bacteriile aerobe oxidante de sulf și bacteriile anaerobe reducătoare de sulf ($r=0,70$) respectiv indicatorul bacterian al calității apei ($r=0,70$);
2. legătură pozitivă a fost între bacteriile aerobe reducătoare de sulf și bacteriile anaerobe reducătoare de sulf ($r=0,91$), respectiv indicatorul bacterian al calității apei ($r=0,91$);
3. relație inversă dintre bacteriile anaerobe oxidante de sulf și bacteriile anaerobe reducătoare de sulf ($r=-0,79$), respectiv indicatorul bacterian al calității apei ($r=0,79$).

Din analiza corelațiilor dintre caracterele de calitate și elemente de productivitate, la cultura de coacăz negru, în zona Jibou, s-au desprins următoarele concluzii:

1. între aciditatea identificată prin titrare și conținutul în substanțe bronzante, cu o valoare a coeficientului de corelație de $-0,94$ s-a identificat o legătură negativă puternică;
2. cu un coeficient de corelație $r=0,71$, se remarcă, așa cum era de așteptat, legătura dintre conținutul de zahăr și coeficientul zahăr/aciditate;
3. legături pozitive au fost identificate și între: masa fructelor și aciditatea identificată prin titrare ($r=0,63$), respectiv între producție și zahăr;
4. legături negative s-au stabilit și între: masa fructelor și conținutul de zahăr ($r=-0,58$), producția de coacăze și conținutul în vitamina C ($r=-0,65$),

conținutul de zahăr și conținutul în substanțe bronzante ($r=-0,49$), conținutul în substanțe bronzante și conținutul în vitamina C ($r=-0,60$).

Prin analiza corelațiilor dintre indicatorul bacterian de calitate al apei sulfuroase din zona Jibou, producția și compoziția biochimică a fructelor de coacaz negru s-a observat că:

1. indicatorul bacterian se corelează pozitiv cu și strând cu conținutul fructelor de coacaz negru în substanțe bronzante ($r=0,96$). În general, au fost observate legături negative între parametrii studiați;
2. așa cum era de așteptat, prezența unui număr mare de bacterii, din fiecare grup ecologic în apele sulfuroase, conduce la o scădere a recoltei de coacaz negru și implicit a calității acesteia.

Concluziile desprinse în urma studiului corelațiilor dintre indicatorul enzimatic de calitate al solului din zona Jibou, producția și compoziția biochimică a fructelor de coacaz negru sunt următoarele:

1. activitatea enzimatică existentă în solurile din zona Jibou are o influență pozitivă asupra cantității și calității în cultura de coacaz negru;
2. o legătura puternică a fost identificată între indicatorul enzimatic de calitate al solului și coeficientul determinat prin raportul dintre conținutul de zahăr și aciditate ($r=0,99$);
3. o legătură pozitivă puternică a fost observată și între activitatea enzimatică prezentă în sol și conținutul în zahăr al fructelor de coacaz ($r=0,64$) respectiv conținutul în vitamina C al acestora ($r=0,35$);
4. cu un coeficient de corelație Pearson negativ ($r=-0,77$), s-ar părea că această activitate enzimatică prezentă în soluri conduce la o scădere a masei fructelor de coacaz, producția însă nefiind afectată foarte mult.

Prin analiza regresiiilor pozitive și negative dintre principalii indici determinați la sol, apă și fructele de coacaz negru s-au desprins următoarele concluzii:

1. în 93% din cazuri, creșterea valorii pH-ului solului determină o creștere a activității fosfataze;
2. în mai mult de jumătate din cazuri ($R^2=0,52$), un pH mai mare cu o unitate conduce la creșterea cu 2,48 mg formazan/ g sol a acestui parametru caracteristic activității enzimatice;
3. în 73% din cazuri, creșterea conținutului în potasiu cu 1 ppm conduce la o mărire a activității fosfataze cu 0,27 mg fenol/g sol;
4. activitatea fosfatazei se corelează pozitiv și cu conținutul de fosfor din sol, când creșterea acestuia cu 1 ppm determină o creștere a activității fosfataze cu 0,5 mg fenol/g sol;
5. s-ar părea că o creștere cu aproximativ 45 mg fenol/g sol are loc odată cu creșterea cu 1 mS a conductivității, în mai mult de jumătate din cazuri;

6. regresia liniară exemplificată între conținutul de carbonați ai solului din zona Jibou și activitatea fosfatazei indică o creștere cu 15,92 unități a celei din urmă atunci când carbonații din sol cresc cu 1 ppm;
7. activitatea fosfatazei depinde în mai mult de jumătate din cazuri de aprovizionarea solului cu fosfor, potasiu și carbonați precum și de conductivitatea electrică a acestuia, toate legăturile menționate anterior fiind descrise de drepte de regresie cu trend puternic ascendent.
8. conținutul de zahăr al fructelor depinde într-un procent de 42% de producția de fructe. Astfel, creșterea recoltei de coacăz cu 1kg/ha ar deremina un conținut mai mare de zahăr cu 0,15%.
9. un conținut ridicat al fructelor în zahăr, determină, în proporție de 39% din cazuri o creștere a acidității determinată prin titrare cu 0,3%.
10. creșterea cu 1% a concentrației de carbohidrați din fructele de coacăz negru contribuie la creșterea cu 0,24 a coeficientului calculat pentru raportul dintre zahăr și aciditate.
11. datele experimentale obținute pentru indicatorul bacterian al calității apei, indică prezența unui număr diferit de bacterii în probele de apă sulfuroasă analizate;
12. s-ar părea că acest indicator de calitate al apei influențează într-un procent de 92% conținutul fructelor în substanțe bronzante;
13. variația coeficientului zahăr/ aciditate depinde în proporție de 98% de activitatea enzimatică prezentă în sol, în timp ce variația conținutului în zahăr și vitamina C sunt mai puțin dependente de acest indicator al solului, coeficienții de determinație calculați în acest caz fiind $R^2=0,41$, respectiv $R^2=0,12$;
14. relația mai puțin strânsă dintre activitatea enzimatică a solului și conținutul în vitamina C reiese și din panta lină a dreptei de regresie.
15. o creștere cu o unitate a activității enzimatice a solului determină creșterea cu 3,9 a coeficientului zahăr/ aciditate și cu 7,6 a zahărului din fructele de coacăz negru.
16. în ceea ce privește conținutul în vitamina C a fructelor de coacăz negru, o sporire a calității cu 4,9 % are loc odată cu creșterea cu o unitate a activității enzimatice prezentă în sol;
17. Exemplificarea relației dintre inidicii de calitate ai apei și principalele caractere de producție și de calitate identificate la fructele studiate, oferă informații valoroase referitoare la prognoza cantității și calității recoltei de coacăz negru precum și la impactul apelor sulfuroase asupra acestora.
18. o creștere a fosforului cu 1 ppm conduce la o scădere de activitate a dehidrogenzei potențiale cu 0,14 unități, această scădere fiind explicată într-un procent de 66%.
19. scăderea calității fructelor datorată creșterii producției sau a masei acestora, este explicată într-un procent mai mic de 50%, coeficienții de

determinație fiind: $R^2=0,33$ respectiv $R^2=0,42$. Creșterea cu 1 g al masei fructelor determină scăderea zahărului cu 1,89 %, iar creșterea producției cu 1 kg/ha reduce conținutul în vitamina C cu aproape 2 mg %.

20. o creștere a substanțelor bronzante din fructe explică într-un procent de 89% scăderea cu 1% al acidității determinate prin titrare;
21. într-un procent mai mic de 50%, o reducere a conținutului în vitamina C respectiv în zahăr al fructelor de coacăz negru este datorată creșterii substanțelor bronzante din aceste fructe;
22. contaminarea apelor cu bacterii, așa cum era de așteptat, produce o scădere a calității fructelor de coacăz negru, valorile identificate pentru conținutul de zahăr, pentru conținutul de vitamina C, respectiv pentru aciditatea obținută prin titrare, fiind mai mici atunci când indicatorul bacterian de calitate al apei a prezentat valori superioare;
23. conținutul în vitamina C s-ar părea că este cel mai puternic influențat de creșterea comunității de bacterii prezente în apă, în 71% din cazuri, o depreciere a acestui indice de calitate având loc atunci când se înregistrează valori mai mari pentru indicatorul bacterian calculat.

Recomandări

Pe baza rezultatelor obținute privind influența apelor sulfuroase din zona Jibou asupra calității fructelor de coacăze negre precum și caracterizarea fizico-chimică a solurilor de pe terenurile adiacente izvoarelor sulfuroase și a probelor de apă sulfuroasă, recomandăm cultivarea cu succes a coacăzului negru în acest areal de cultură, acesta reușind să valorifice condițiile pedo-climatice prin recolte bune și de calitate.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. BABUC V., 2012. Pomicultura. Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Institutul Științific – Practic de Horticultură și Tehnologie Alimentare, Chișinău, p. 282-287.
2. ***<https://www.rhs.org.uk/fruit/blackcurrants/grow-your-own>
3. ***<https://www.frutas-hortalizas.com/Fruits/Origin-production-Blackcurrant.html>