

## Baza de date

### Conținutul de ulei din miezurile diferitelor genotipuri de nuc din Republica Moldova și Republica Turcia prin metoda relaxării RMN

Un element important al proiectului a fost utilizarea metodei de relaxare RMN pentru determinarea conținutului de ulei din miezul de nucă. La începutul acumulării de ulei, miezul are un conținut ridicat de apă și un conținut scăzut de ulei (de exemplu, „Chandler” – 5,9% DW), în timp ce la sfârșitul sezonului conținutul de ulei ajunge la 57-61% DW în soiurile moldovenești și până la 67% DW în unele soiuri turcești.

Nucile au fost întotdeauna populare în Turcia, deoarece sunt native, cultivate și consumate pe scară largă, ceea ce a dus la o creștere a studiilor privind cultivarea nucilor (Sütyemez M. et al., 2022; Sütyemez M. et al., 2025). În Turcia, uleiul de nucă este considerat un nutraceutic promițător în tratamentul bolii Alzheimer (Demirel G. et al., 2024).

Conform Calvo F.W. et al. (2022), o creștere a conținutului de ulei din nuci (de la 56 la 65% din greutatea uscată) corespunde unei creșteri a randamentului produselor proaspete (de la 4,2 la 6,6 t/ha). Analiza datelor provenite de la diverși autori le-a permis lui Romano R. et al. (2022) să concluzioneze că conținutul de ulei din miezul de nucă variază între 54 și 74% și depinde de genotip, dar poate depinde și de factori de mediu.

Song P. et al. (2019) au măsurat, prin tehnologia de rezonanță magnetică nucleară de câmp slab (LFNMR), semnalul global provenit de la probe de nuci (0,4-0,6 g) și au indicat că vârful de ulei era dominant în comparație cu vârfurile de apă. Pentru a elimina influența apei și a altor componente biochimice (în afară de ulei) asupra semnalelor de rezonanță magnetică nucleară (RMN) provenite de la protonii semințelor, Rubel G. (1994) a propus separarea uleiului și a altor componente (principala fiind considerată apa) prin metoda spin-echo, cu o distanță temporală între impulsurile de 90° și 180° ( $\tau$ ) de 3,5 ms. Dacă conținutul de umiditate este mai mare decât conținutul normal de hidratare al semințelor comerciale (aproximativ 10% pentru rapiță și floarea-soarelui, 14% pentru soia), excesul de greutate trebuie eliminat într-un cuptor de uscare (o oră la 80° înainte de determinarea uleiului). Conținutul de umiditate în miezul nucilor mature a variat între 3,0 și 5,0% din greutatea uscată (Romano R. et al., 2022), astfel încât uscarea nu este necesară pentru măsurarea RMN a acestor probe (numai pentru calcularea conținutului de ulei în greutatea uscată).

Peng W.K. (2021) a studiat prin relaxometrie cu rezonanță magnetică nucleară (RMN) de câmp slab (utilizând  $\tau$  0,2 ms) patru grupe de uleiuri comestibile (adică, arahide, măsline, floarea-soarelui, porumb), dar nu și miez de nucă. Watermann, S. et al. (2021) au studiat, prin spectroscopie RMN 1 H, extractele de metanol/acetone (1:1) din nuc (*Juglans Regia* L.) în ceea ce privește originea geografică a 128 de probe autentice (100 g din fiecare probă au fost măcinate) din diferite țări (Franța, Germania, China) și ani de recoltare (2016-2019). Modelele lor de diferențiere a probelor au arătat o precizie cuprinsă între 58,9 % ( $\pm 1,3$  %) și 95,9 % ( $\pm 0,8$  %).

Conținutul de ulei determinat prin metoda de relaxare RMN corespunde strict cantității de ulei extras din miezul de nucă cu solvenți organici (Poggetti. et al., 2018): uleiul a fost extras cu eter de petrol folosind un aparat Soxhlet, semințele decojite au fost, de asemenea, analizate pentru conținutul de ulei prin metoda RMN. Comparația între metoda RMN și metoda Soxhlet a certificat că, pentru semințele de nucă cu conținut scăzut de ulei, datele obținute prin metoda RMN au fost de  $62,58 \pm 0,03\%$ , comparativ cu  $64,35 \pm 0,28\%$  pentru metoda Soxhlet; pentru semințele de nucă cu conținut mediu de ulei, datele obținute prin metoda RMN au fost de  $67,99 \pm 0,11\%$ , comparativ cu  $68,09 \pm 0,66\%$  pentru metoda Soxhlet; pentru semințele de nucă cu conținut ridicat de ulei, datele obținute prin metoda RMN au fost de  $72,60 \pm 0,01\%$ , comparativ cu  $73,17 \pm 0,22\%$  pentru metoda Soxhlet. Autorii concluzionează că metoda RMN pare a fi adecvată pentru detectarea conținutului de ulei din semințele de nucă.

În prezent, metoda de relaxare RMN este utilizată în agricultura americană pentru a determina conținutul de ulei din loturile industriale de semințe de floarea-soarelui (Nuclear Magnetic Resonance Handbook, 2022). Cu toate acestea, această tehnologie necesită probe mari (peste 50 g) în comparație cu 0,1 g în relaxometrul nostru RMN. Determinarea conținutului de ulei din semințe prin RMN de relaxare este supusă standardelor internaționale. Măsurătorile uleiului din miezurile de nucă au fost efectuate cu ajutorul unui relaxometru RMN modernizat (Panov P., Harciuc O., 2014). Chistol M. și colab. (2018) au arătat, utilizând metoda de relaxare RMN pentru evaluarea conținutului de ulei din semințe la diferite culturi, că conținutul maxim de ulei (70%) este conținut în nucile arborilor *Juglans regia*.

În etapele inițiale ale acumulării de ulei (BBCH 790), principalul obstacol metodologic în determinarea conținutului de ulei din miezul nucilor este conținutul ridicat de apă din probe și conținutul scăzut de substanță uscată acumulat de miez.

Tabelul 1. Conținutul de ulei și apă în miezul nucilor (stadiul 79 BBCH, 21.07. 2025)

Soiul	Greutatea proaspătă a nucilor, g	Umiditatea miezului, % m.u.	Umiditatea miezului, % m.v.	Conținutul de ulei al miezului de nucă, % m.u.
Pescianski	$39,7 \pm 3,1$	$423 \pm 40$	$80,4 \pm 1,5$	
Cogîlniceanu	$41,3 \pm 3,9$	$401 \pm 65$	$75,0 \pm 3,1$	
Lateral Moldovenc	$43,9 \pm 2,7$	$627 \pm 23$	$86,1 \pm 0,5$	$10,6 \pm 1,7$
Cernovișki	$48,3 \pm 2,8$	$366 \pm 45$	$77,5 \pm 2,0$	$11,4 \pm 0,8$
Chandler	$43,8 \pm 1,9$	$1438 \pm 199$	$93,0 \pm 1,0$	$5,9 \pm 0,6$
Pressident	$123,0 \pm 29,8$	$994 \pm 386$	$90,8 \pm 0,6$	

Prin urmare, la începutul vegetației, uscarea în cuptor (la 70 °C) este o etapă necesară pentru determinarea conținutului de ulei din miezul nucilor prin metoda relaxării RMN.

Tabela 2. **Conținutul de ulei din miez al diferitelor soiuri de nuci** (15 septembrie 2025, ulei determinat prin metoda de relaxare RMN).

Soiul	Conținutul de ulei, % <i>m.u.</i>
Pescianski	<b>59,1</b> ±1,3
Chandler	<b>60,9</b> ±1,0
Lateral Moldovenesc	<b>61,4</b> ±1,8
Cernovișki	<b>59,5</b> ±0,6
Cogîlniceanu	<b>57,6</b> ±1,0
Iaremschii	<b>57,1</b> ±0,9
Pressident	<b>57,0</b> ±1,1

La sfârșitul perioadei vegetative (15.09.2025, BBCH, etapa 88), conținutul de ulei din miezul soiurilor de nuci studiate din livada SRL Gospodarul raionul Falești este de la 57,0±1,1% *m.u.* până la 61,4±1,8% *m.u.*, maxim la soiurile Lateral Moldovenesc (61,4) și Chandler (60,9), iar minim la soiurile President (57,0) și Iarevski (57,1), Conținutul de ulei în probele de miez de nuci furnizate de partea turcă este de la 55,9±1,6% *m.u.* până la 67,0±0,5% *m.u.*, maximul - în proba nr. 10 (67,0±0,5% *m.u.*), iar minimul - în proba nr. 8.

Tabelul 3. **Conținutul de ulei în miezul nucilor din soiurile turcești** (determinat prin metoda relaxării RMN).

Nr. mostră	Conținutul de ulei, % <i>m.u.</i>
1	<b>65,8</b> ±0,8
2	<b>57,5</b> ±1,7
3	<b>61,9</b> ±1,5
4	<b>65,4</b> ±0,6
5	<b>61,0</b> ±0,7
6	<b>62,4</b> ±0,9
7	<b>65,9</b> ±0,6
8	<b>55,9</b> ±1,6
9	<b>62,3</b> ±1,0
10	<b>67,0</b> ±0,5

Conform determinărilor efectuate, conținutul de ulei din miezul nucilor cultivate în Kahramanmaraş (Turcia) este cel mai mare în probele 1,4,7 și 10 (de la 65,4±0,6 la 67,0±0,5

% din greutatea uscată), iar cel mai mic conținut se regăsește în probele 2 și 8 ( $57,5 \pm 1,7$  și  $55,9 \pm 1,6$  % din greutatea uscată).

Calvo F.W., Trentacoste E.R., Silvente S.T. Vegetative growth, yield, and crop water productivity response to different irrigation regimes in high density walnut orchards (*Juglans regia* L.) in a semi-arid environment in Argentina. *Agricultural Water Management* 274 (2022) 107969 <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107969>

Göksun Demirel, Sonia Sanajou, Anıl Yirün, Deniz Arca Çakır, Aylin Balcı Özyurt, Aysel Berkkan, Terken Baydar, Pınar Erkeko. Walnut oil: a promising nutraceutical in reducing oxidative stress and improving cholinergic activity in an *in vitro* Alzheimer's disease model. *Toxicology Research*, 2024, 13, 1–7 <https://doi.org/10.1093/toxres/tfae097>

Kistol M., Budak A.; Kharchuk O. Increasing of the information about oil content in seeds (NMR-relaxation study). In: International congress on oil and protein crops: Meeting of the EUCARPIA Oil and Protein Crops Section, dedicated to the 50th anniv. of Sci. Association of Geneticists and Breeders of the Rep. of Moldova, May 20-24, 2018: abstr. book. Chișinău, 2018, p. 37. ISBN 978-9975-3178-5-6. URL.:

[https://www.researchgate.net/publication/340428931\\_Increasing\\_of\\_the\\_information\\_about\\_oil\\_content\\_in\\_seeds\\_NMR-relaxation\\_study](https://www.researchgate.net/publication/340428931_Increasing_of_the_information_about_oil_content_in_seeds_NMR-relaxation_study) (visited 14/08/2024)

Nuclear Magnetic Resonance Handbook, 2022. United States Department of Agriculture, Washington, D.C., 42 p.

Panov P., Kharchuk O. A modernized NMR relaxometer for studying the state of water in plants and determining the oil content in seeds. - translation from Russian. Materialele Conferinței științifice internaționale (Ediția a 5-a) „Genetica, fiziologia și ameliorarea plantelor”, 23-24 oct. 2014, Chișinău: S.n., 2014 (Tipogr. "Prin-Caro")., p. 144-146. ISBN 978-9975-56-194-5. URL.:

[https://www.researchgate.net/publication/340428794\\_MODERNIZIROVANNYJ\\_AMRREL\\_AKSOMETR\\_DLA\\_IZUCENIA\\_SOSTOANIA\\_VODY\\_V\\_RASTENIAH\\_I\\_OPREDELLENIA\\_SODERZANIA\\_MASLA\\_V\\_SEMENAH](https://www.researchgate.net/publication/340428794_MODERNIZIROVANNYJ_AMRREL_AKSOMETR_DLA_IZUCENIA_SOSTOANIA_VODY_V_RASTENIAH_I_OPREDELLENIA_SODERZANIA_MASLA_V_SEMENAH) (visited 14/08/2024)

Peng W.K. Clustering Nuclear Magnetic Resonance: Machine learning assistive rapid twodimensional relaxometry mapping. *Engineering Reports*. 2021;3:e12383.

<https://doi.org/10.1002/eng2.12383>

Poggetti L., Ferfuia C., Chiabf C., Testolin R. & M. Baldini. Kernel oil content and oil composition in walnut (*Juglans regia* L.) accessions from north-eastern Italy. In: *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2018, vol. 98, nr. 3, pp. 955-962. ISSN 1097-0010

Romano R., De Luca L., Vanacore M., Genovese A., Cirillo C., Aiello A., Sacchi R. Compositional and Morphological Characterization of ‘Sorrento’ and ‘Chandler’ Walnuts. *Foods* 2022, 11, 761. <https://doi.org/10.3390/foods11050761>

Rubel G. Simultaneous determination of oil and water contents in different oilseeds by pulsed nuclear magnetic resonance. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 1994, vol. 67, Issue 10, pp. 1057-1062

Song P, Gao H, Zhao B J, Zhang A G, Liu F. Classification of different walnut varieties using low-field nuclear magnetic resonance technology and cluster analysis. *Int J Agric & Biol Eng*, 2019; 12(6): 116–121

Sütyemez M, Bükücü ŞB, Özcan A (2022) Pomological and phenological description of the new 'bahri koz' cultivar of walnut (*Juglans regia* L.) and its nutritional value. *J Nuts* 13(2):131–139

Sütyemez M., Özcan A., and Şakir Burak Bükücü. 'Ahsen': A Late-leafing, High-yielding, Early-harvest Walnut Variety with Superior Nut Quality. *HortScience* 60(10):1733–1734. 2025. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI18818-252025>

Watermann, S.; Schmitt, C.; Schneider, T.; Hackl, T. Comparison of Regular, Pure Shift, and Fast 2D NMR Experiments for Determination of the Geographical Origin of Walnuts. *Metabolites* 2021, 11, 39. <https://doi.org/10.3390/metabo11010039>