

NMR Microscopy as a Non-destructive Tool to Probe Water and Oil in Green Coffee

R. TOFFANIN^{1,2}, A. PIRAS^{1,*}, P. SZOMOLANYI^{1,**}, F. VITTUR¹, R. PACORINI³,
F. SCHILLANI³, A. PIPAN³

¹Department of Biochemistry, Biophysics and Macromolecular Chemistry,
University of Trieste, via L. Giorgieri, I-34127 Trieste, Italy

²PROTOS Research Institute, P.O. Box 972, I-34100 Trieste, Italy

³B. Pacorini S.p.A., Via Caboto 19/2, I-34147 Trieste, Italy

*Present address: Department of Chemical Science and Technology,
University of Udine, Udine, Italy

**On leave of absence from the Institute of Measurement Science,
Slovak Academy of Sciences, Slovakia

SUMMARY

Drying and rehydration of plant material such as seed is an important industrial operation and requires knowledge of the moisture diffusion throughout the material. This is especially true for wheat grains that are usually partially rehydrated by soaking in water, a process known as tempering, prior to milling. A similar process is being applied to green coffee beans especially of the Robusta type to improve the organoleptic properties of the coffee beverage.

The principal aim of this study was to evaluate changes in the physico-chemical properties of water molecules in green coffee beans after washing or steaming performed during the industrial processing at Pacorini Silocaf (Trieste). In particular, nuclear magnetic resonance (NMR) microscopy was applied to probe water distribution and mobility in Vietnam Robusta green coffee beans (*Coffea canephora*). High resolution ¹H spin-echo images revealed non-destructively details of the bean anatomical structure and provided maps of some of the most relevant water magnetic parameters such as longitudinal (T_1) and transverse (T_2) relaxation times and diffusion coefficients (D). Moreover, by means of chemical shift imaging methods it was possible to determine the distribution of water and lipids in dry and wet processed beans. This pioneering study demonstrates that NMR microscopy can be used to probe non-destructively water distribution and mobility in green coffee subjected to different industrial processes of washing and steaming and to reveal microstructural details that could not be obtained by using other techniques.

RÉSUMÉ

La séchage et la réhydratation des échantillons végétaux comme les semences est une opération industrielle importante et requiert la connaissance de la diffusion de l'eau à travers les tissus. Cela est vrai surtout pour les grains de blé qui sont communément partiellement réhydratés par imbibition, un procédé connu comme le *tempérage*, avant la mouture. Un procédé similaire est appliqué aux grains de café vert surtout de l'espèce Robusta pour améliorer les propriétés organoleptiques du produit final. Le but principal de cette étude était l'évaluation des changements physico-chimiques des molécules d'eau dans les grains de café vert après le lavage et la vaporisation effectués pendant le traitement industriel chez Pacorini Silocaf (Trieste). En particulier, la microscopie par résonance magnétique nucléaire (RMN) du proton a été utilisée pour évaluer la distribution spatiale et la mobilité de l'eau dans des

grains de café vert Robusta (*Coffea canephora*) cultivé au Vietnam. Des images spin-écho à haute résolution ont révélé d'une manière non destructrice les détails de la structure anatomique des grains et fourni une cartographie des principaux paramètres magnétiques comme les temps de relaxation longitudinale (T_1) et transversale (T_2) et le coefficient de diffusion (D) de l'eau. De plus, en utilisant une séquence de *déplacements chimiques* on a pu évaluer la distribution de l'eau et des lipides dans les grains avant et après le traitement industriel. Cette étude démontre que la microscopie RMN peut être utilisée pour la détermination non destructrice de la distribution et de la mobilité des molécules d'eau dans le café vert soumis à des traitements industriels de lavage et vaporisation et pour l'analyse de la microstructure que on ne pouvait pas effectuer par d'autres techniques.