

Η FT-IR φασματοσκοπία ως διαγνωστικό μέσον στην Ιατρική

Καρδιαγγειακό σύστημα, καρκίνος, οστά, κ.ά.

Ιωάννα Αναστασοπούλου

**Καθηγήτρια, Υφηγήτρια ΕΜΠ,
IIAR**

Ασθένεια

Να αντιληφθούμε την
βιοχημεία & όλα τα
στάδια της βιολογικής
ιεραρχίας

Ιστολογική
ανάλυση και
συμπεριφορά



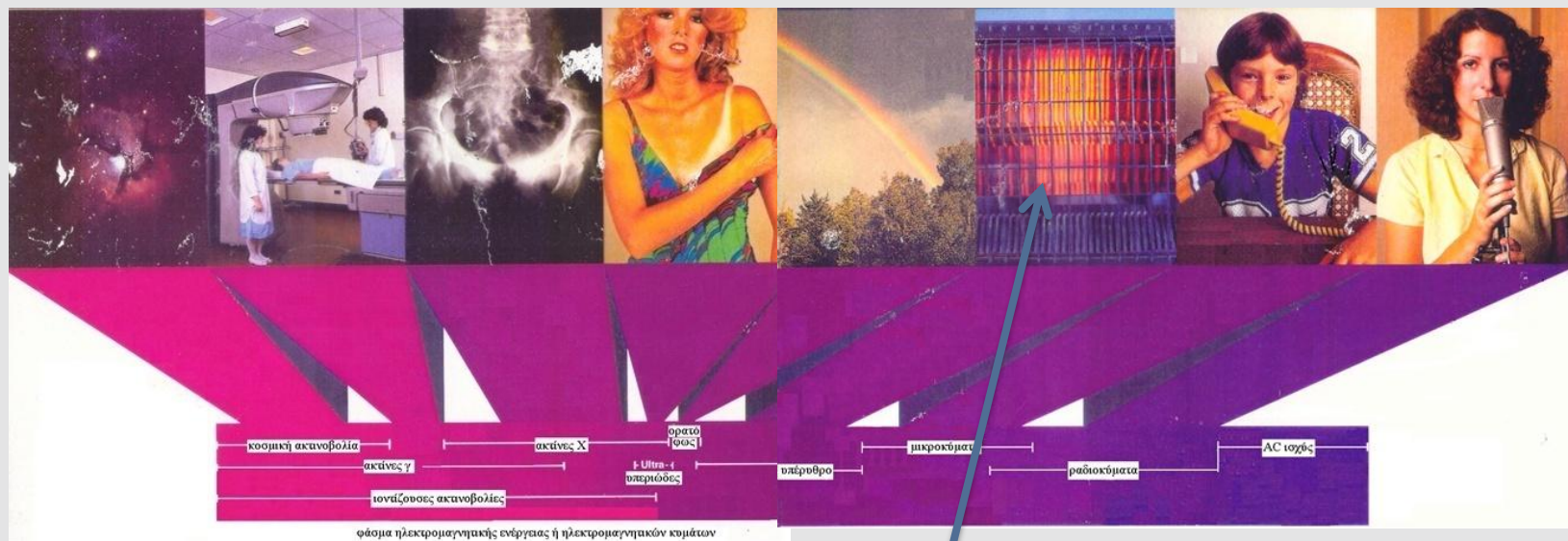
Ιατρική

Στάδιο ανάπτυξης
&
βιολογικό δυναμικό

Συμπεριφορά της
ασθένειας,
βιολογικοί
δείκτες

Χημεία, φυσική, μαθηματικά

Ποιες είναι οι τεχνικές;



Φασματοσκοπικές μέθοδοι: το κλειδί για την λήψη πληροφοριών σε διάφορα φυσικοχημικά στάδια της ασθένειας

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ FT-IR ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑΣ

Η υπέρυθρη φασματοσκοπία ανακαλύφθηκε αρχικά από τον Sir William Herschel το 1800 όταν μελετούσε τον συσχετισμό της ενέργειας των ορατών ακτινοβολιών με βάση το μήκος κύματος

Ο Herschel μετακινώντας ένα θερμόμετρο κατά μήκος του ορατού φάσματος από το μπλε προς το κόκκινο παρατήρησε την αύξηση της θερμοκρασίας.

Θεωρώντας ότι κάτω του ορατού η θερμοκρασία θα μειώνονταν περισσότερο διαπίστωσε σημαντική αύξησή της.

Ονόμασε τις ακτίνες αυτές «μη-χρωματικές» ή «αόρατες», οι οποίες αργότερα ονομάσθηκαν «υπέρυθρες ακτινοβολίες ή «υπέρθυρο φως».

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΥΠΕΡΥΘΡΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

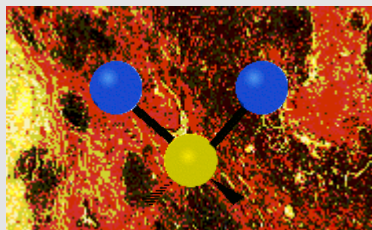
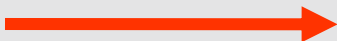
NIR	13,300-4000 cm^{-1}	0.7 μm -2,5 μm
MIR	4000-400 cm^{-1}	2,5 μm -25 μm
FIR	400-100 cm^{-1}	25 μm -300 μm

NIR: overtones, harmonic or combination vibrations

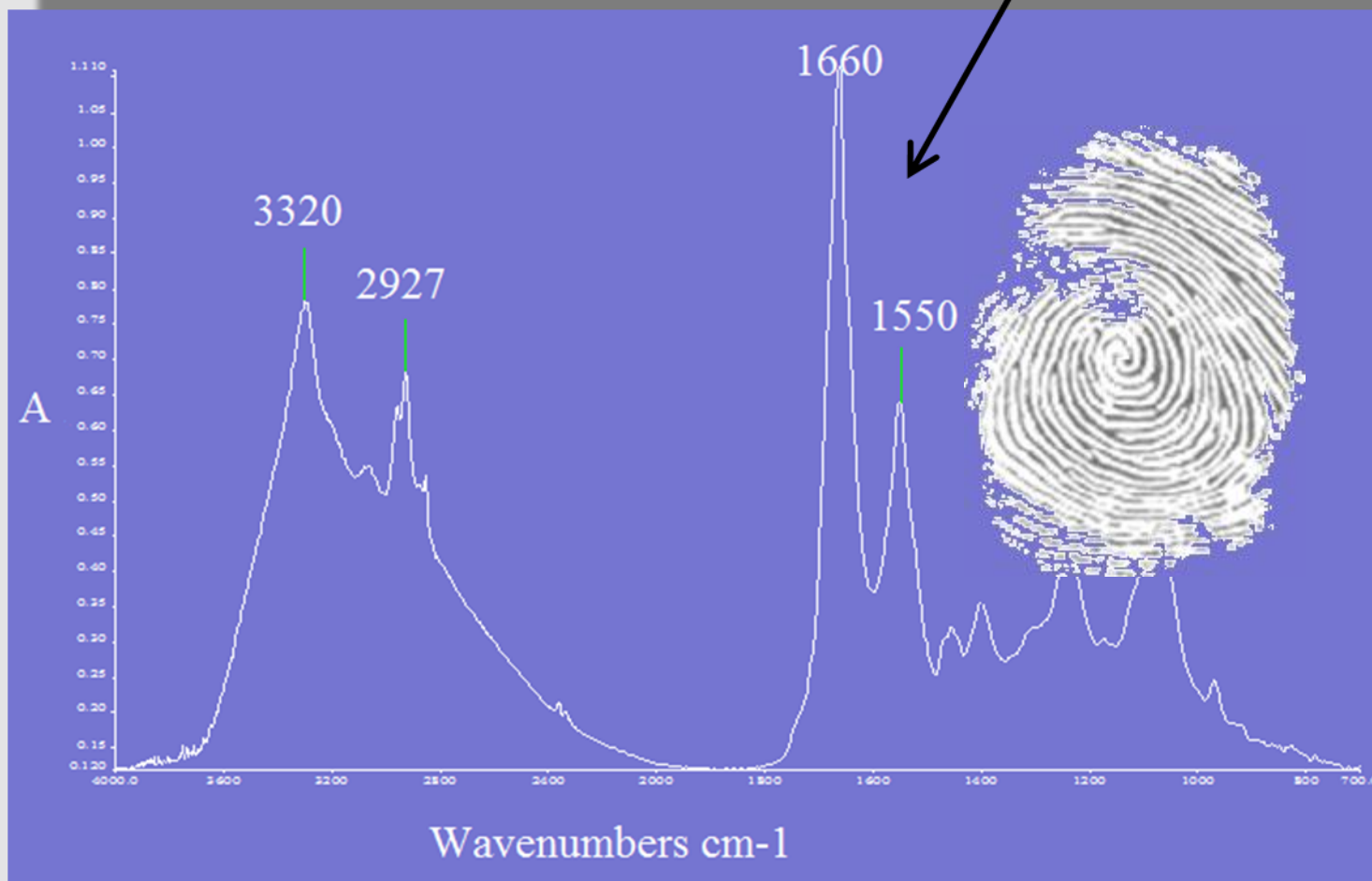
MIRS: fundamental and the rotation-vibration structure of small molecules

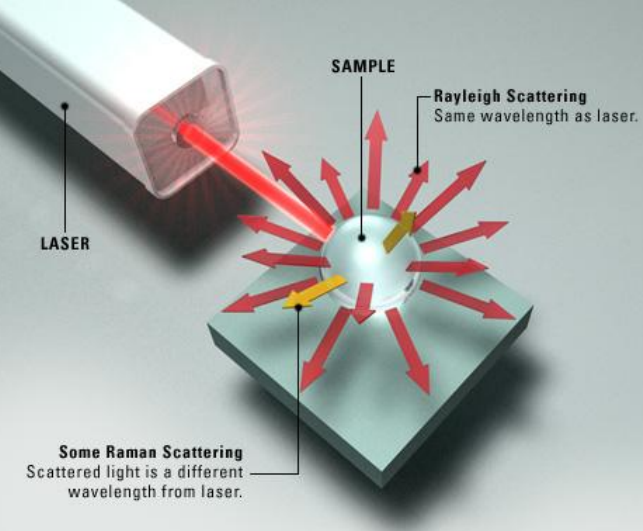
FIR for the low heavy atom (metal-ligand or the lattice vibrations)

Infrared
radiation



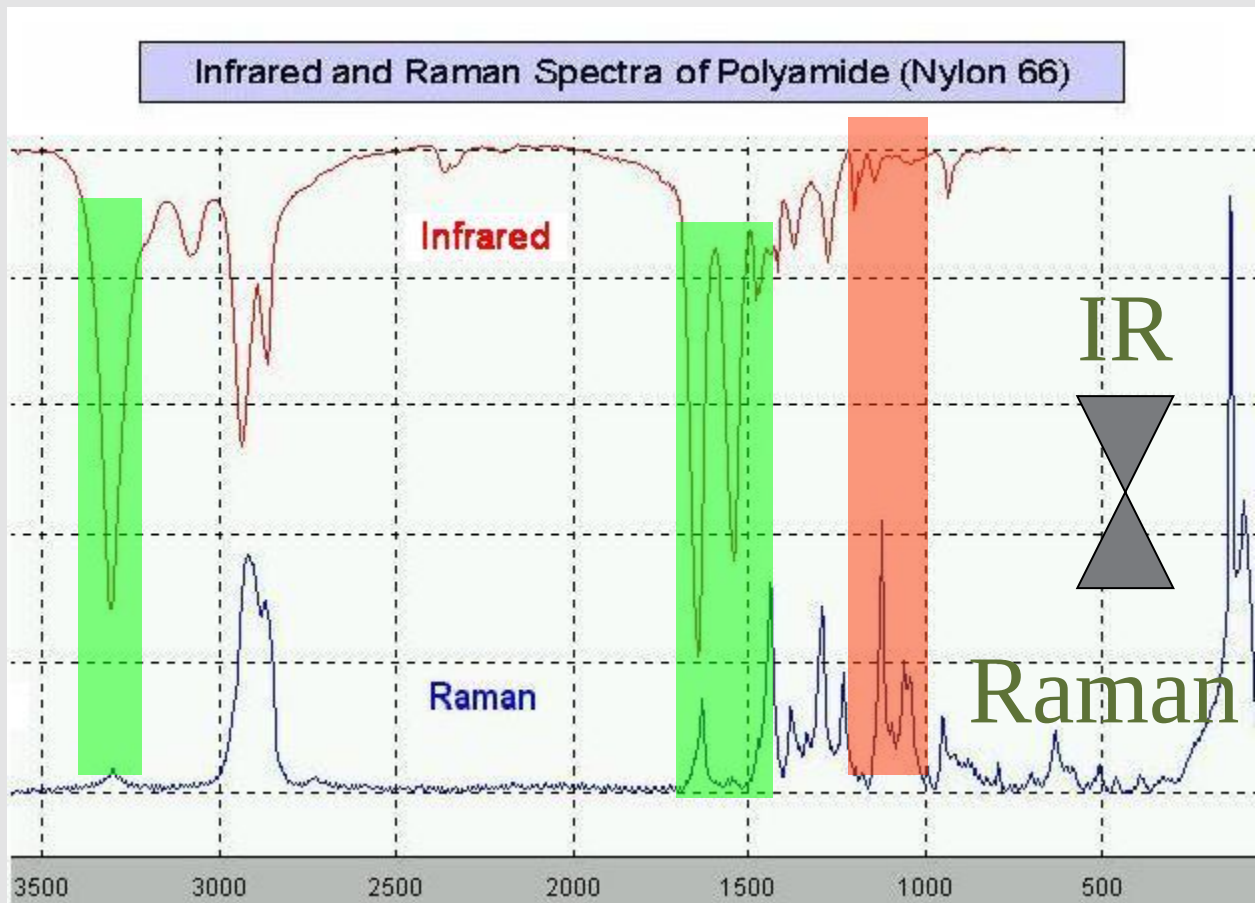
Radiation
Absorbance





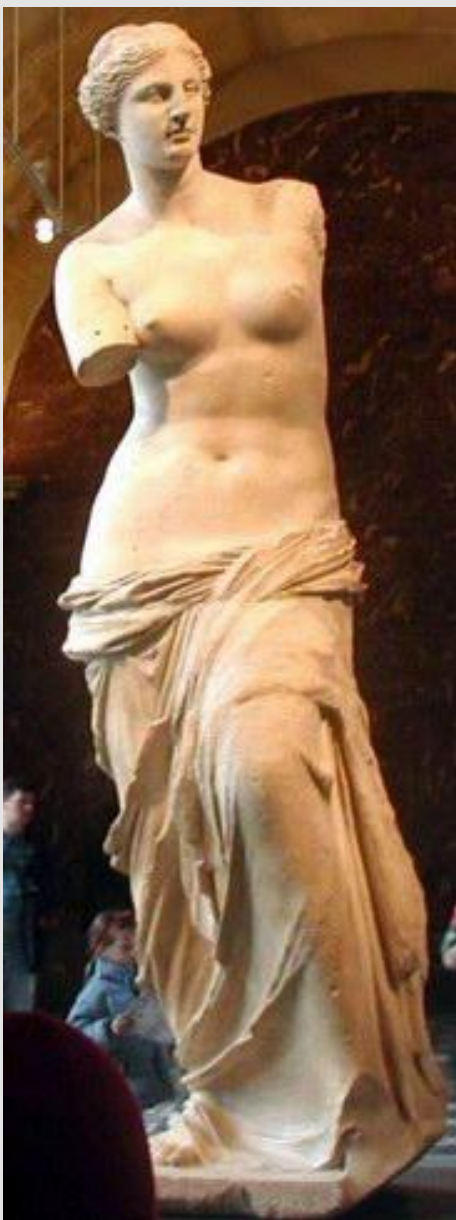
φασματοσκοπίες δονήσεων

Raman και IR



ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ της IR

- **Ευρύ φάσμα εφαρμογών (από μικρές διαλυτές πρωτεΐνες μέχρι μεγάλες πρωτεΐνες μεμβρανών).**
- **Διακριτικότητα μέχρι 1 μm .**
- **Πολύ μικρή ποσότητα δείγματος (τυπικά από 10-100 μg).**
- **Μη επεξεργασία δείγματος**
- **Μικρό κόστος**



Κύτταρα Ιστοί

Καρδιά
στήθος
εγκέφαλος
συκώτι
στόμα
έντερο
δέρμα
θυροειδή
προστάτη

.....



FT-IR φασματοσκοπία



in vivo

Κλινικά χαρακτηριστικά
Ιστοπαθολογική ανάλυση
μοριακοί δείκτες



ex vivo

ιστολογία
Υπερπλασία
αγγειογένεση

Διάγνωση

Φασματοσκοπία δονήσεων

Πληροφορίες σε μοριακό επίπεδο

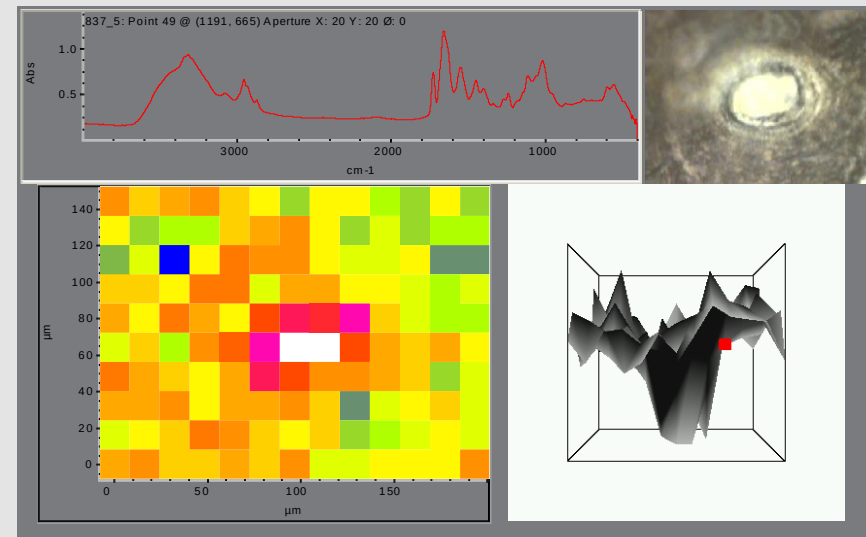
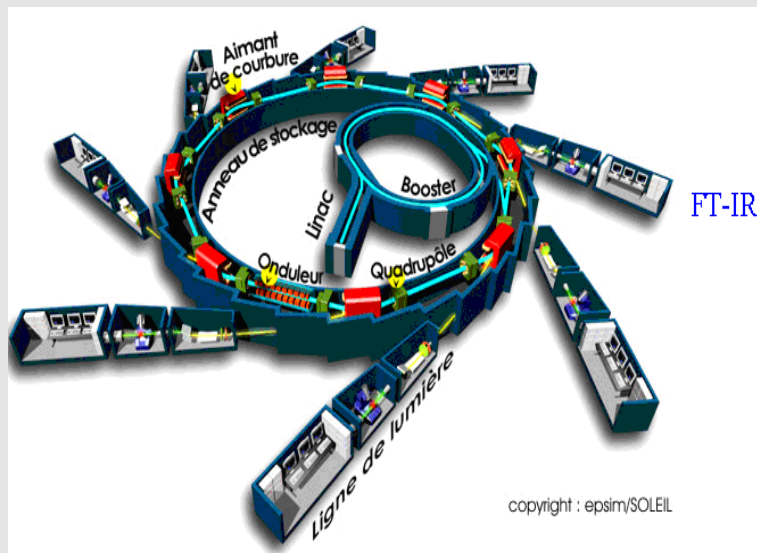
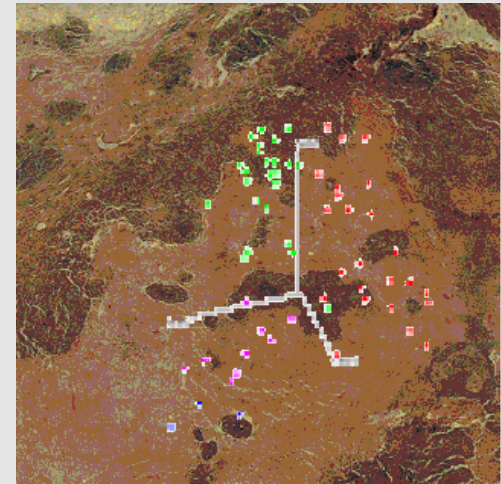
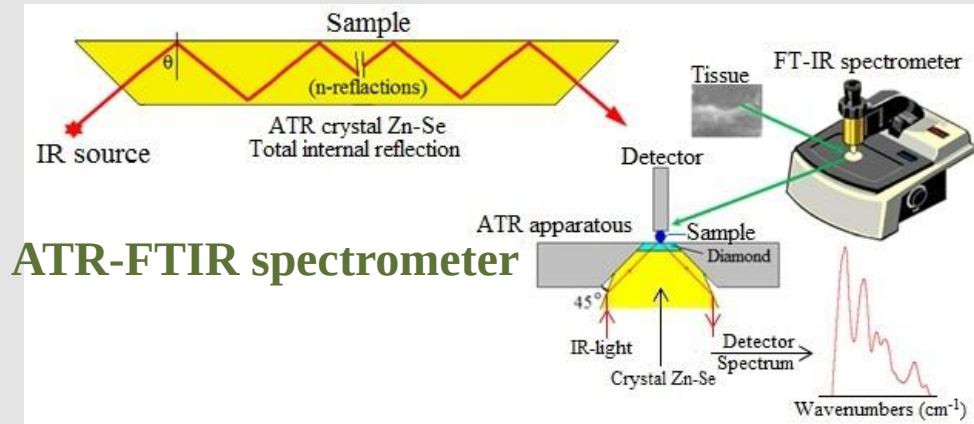
Οιοδήποτε συστατικό
επηρεάζει το φάσμα



Το φάσμα του κυττάρου
είναι άθροισμα των
φασμάτων των επί
μέρους συστατικών

Πολυπαραγοντική ανάλυση
Βιοχημικές και μορφολογικές
μεταβολές
Συμφωνία με PCR ανάλυση

ΦΑΣΜΑΤΟΦΩΤΟΜΕΤΡΑ



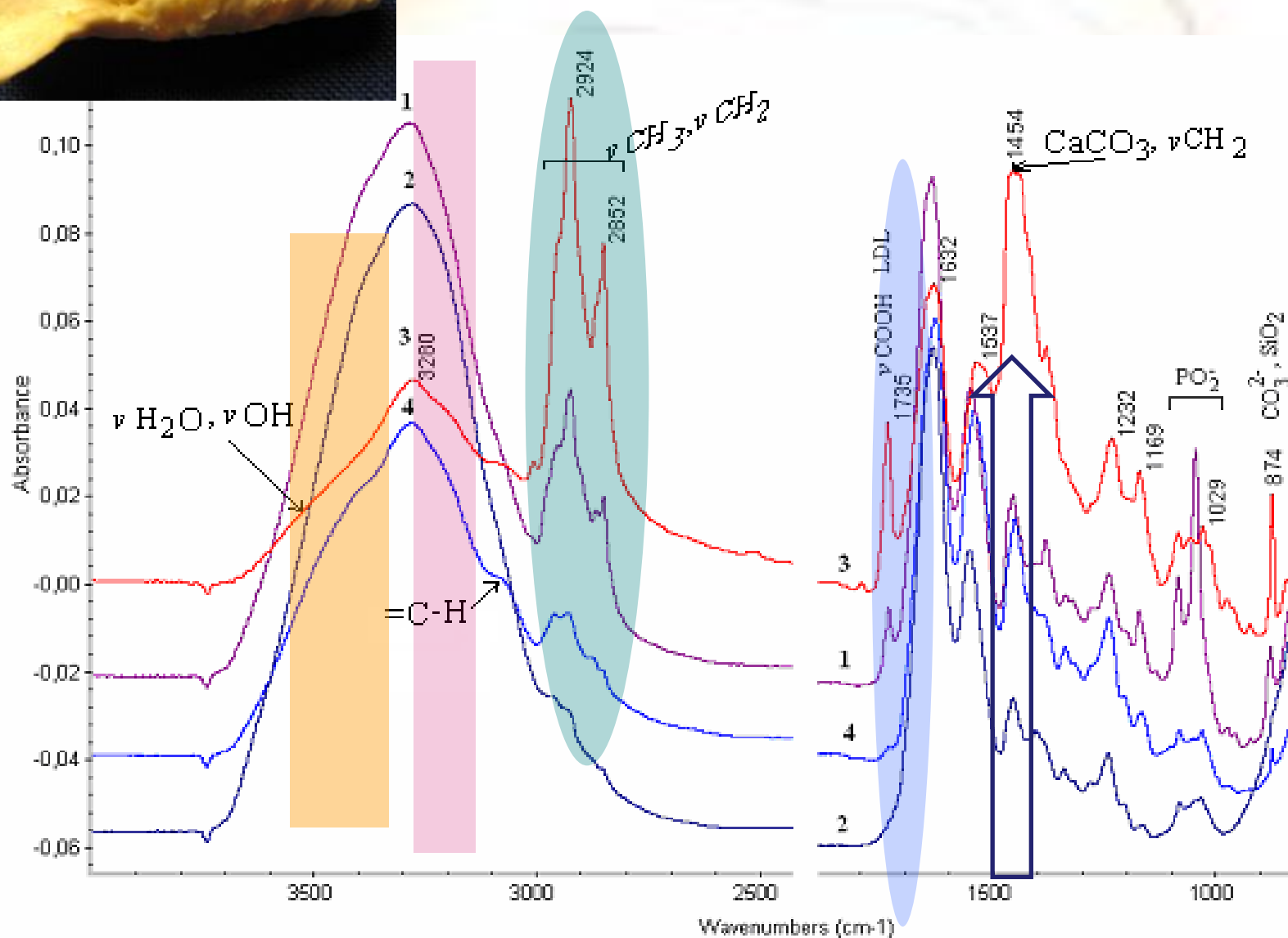
Σύνχροτρον-micro-FT-IR

An anatomical illustration of the human torso, showing the muscles and the network of nerves. The nerves are depicted as a complex web of yellow and orange lines, branching out from the neck and spine down the arms and torso. The muscles are shown in shades of red and brown, with some areas highlighted in yellow. The background is a dark, solid color.

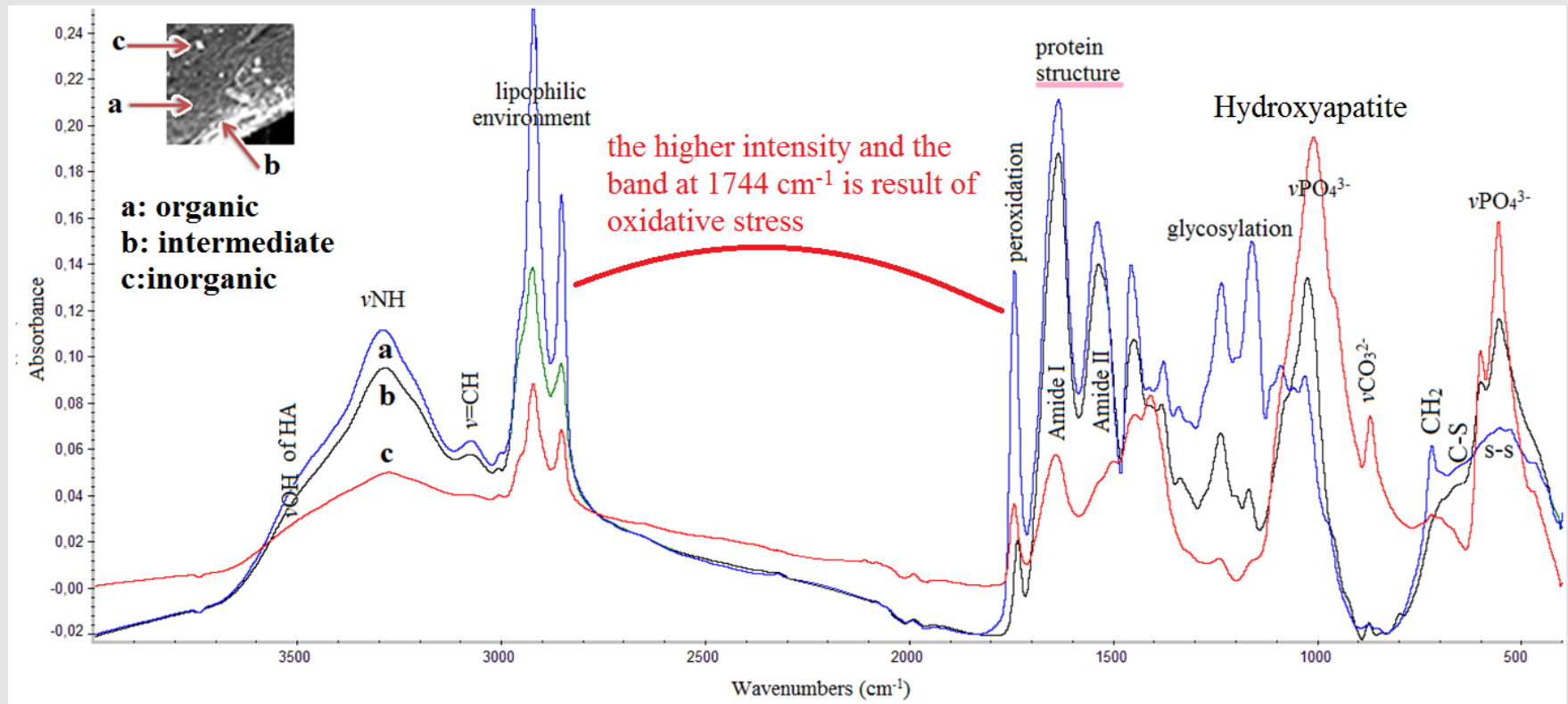
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ

ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΚΑΡΩΤΙΔΕΣ



FT-IR SPECTRA OF AORTIC VALVE

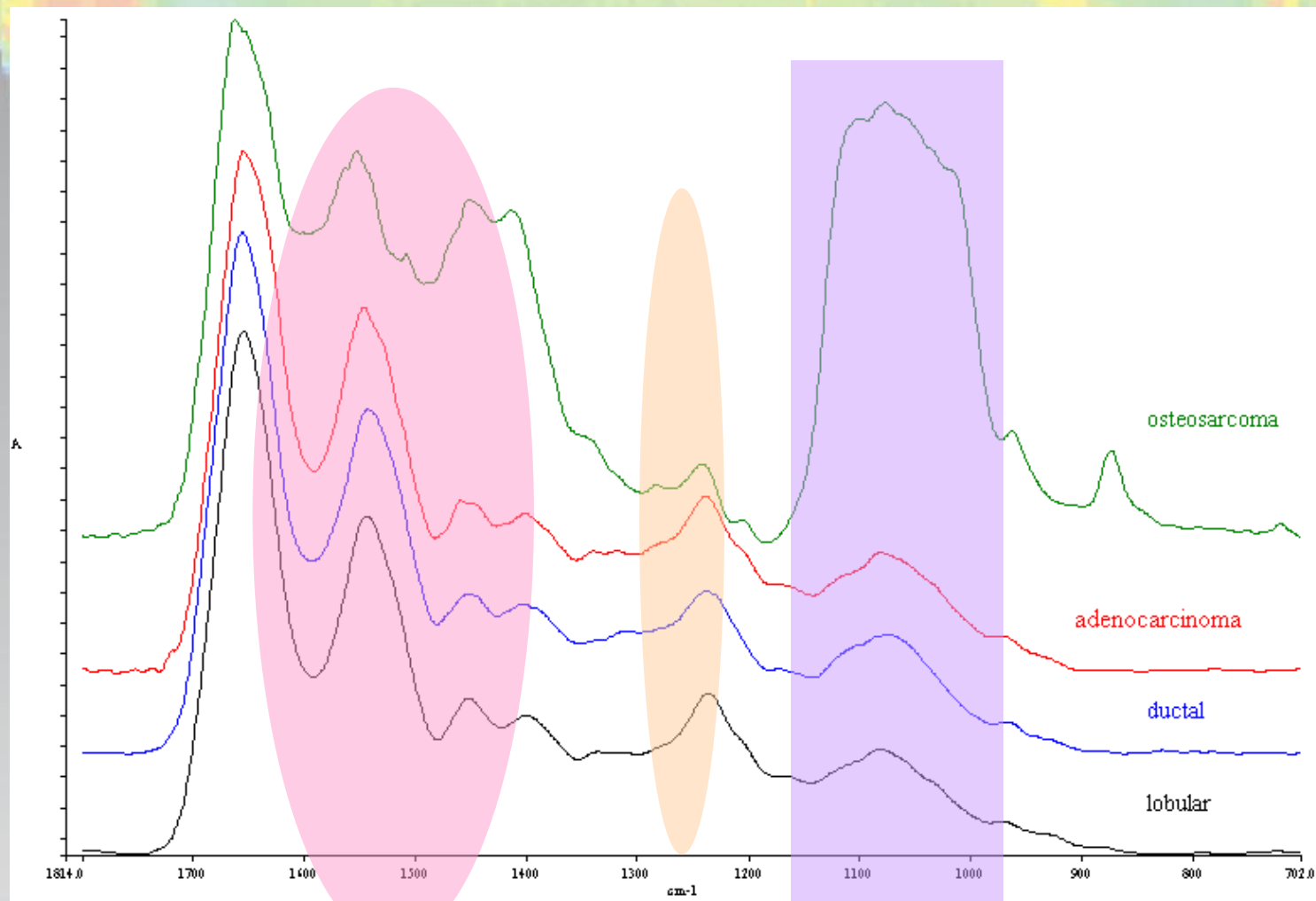


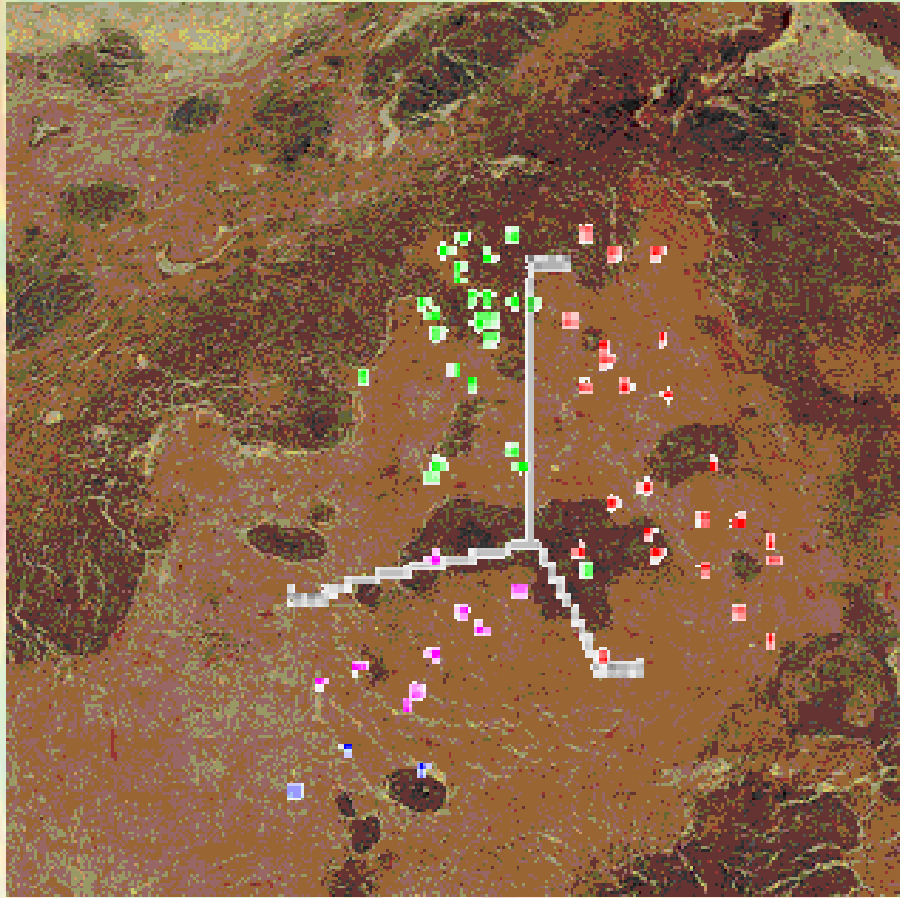
a: Organic phase: Increase of band intensities 3000-2850 cm⁻¹, shift 1700-1500 cm⁻¹ due to amyloidosis. 1200 cm⁻¹ glucosylation. Depends also on sugar serum. **b; intermediate phase:** Lower concentration of organic components. **c: Inorganic phase** Rich in Hydroxyapatite and



ΜΑΣΤΟΣ

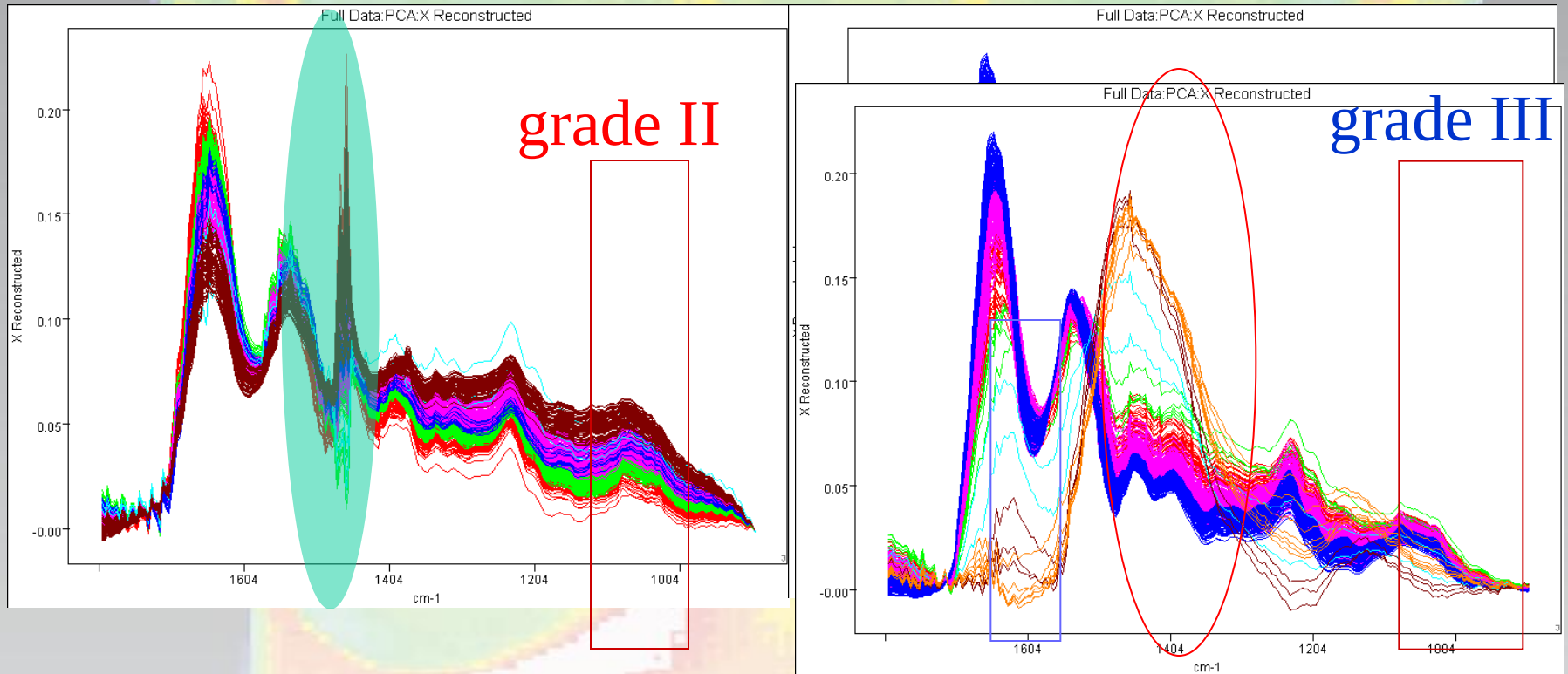
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΑΣΜΑΤΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΑΡΚΙΝΩΝ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ

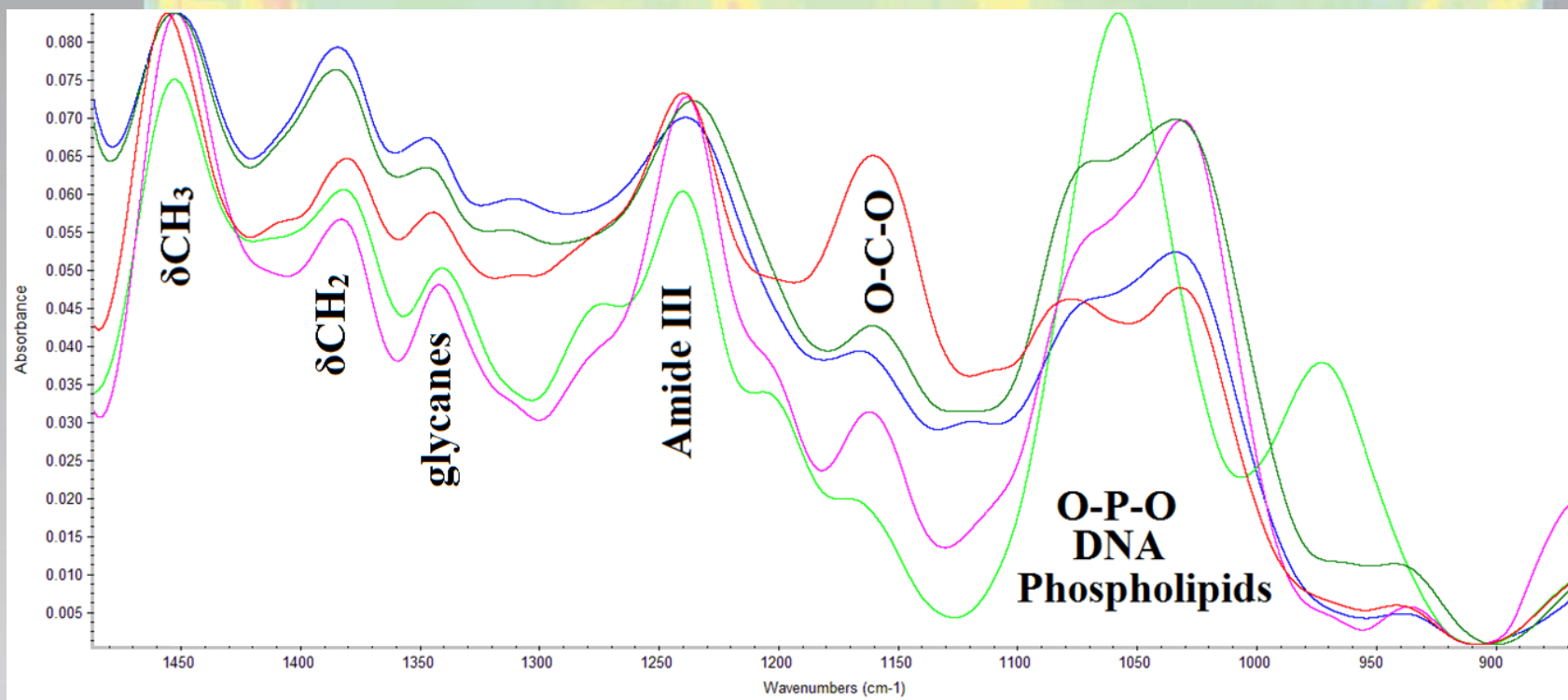


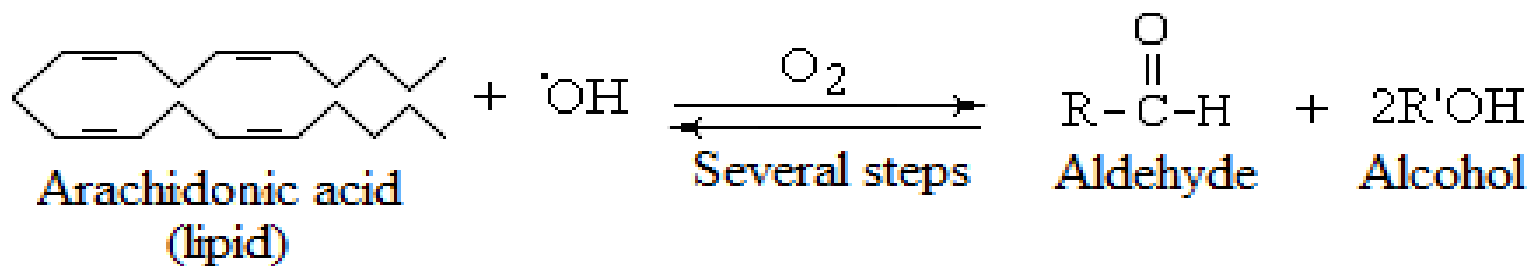
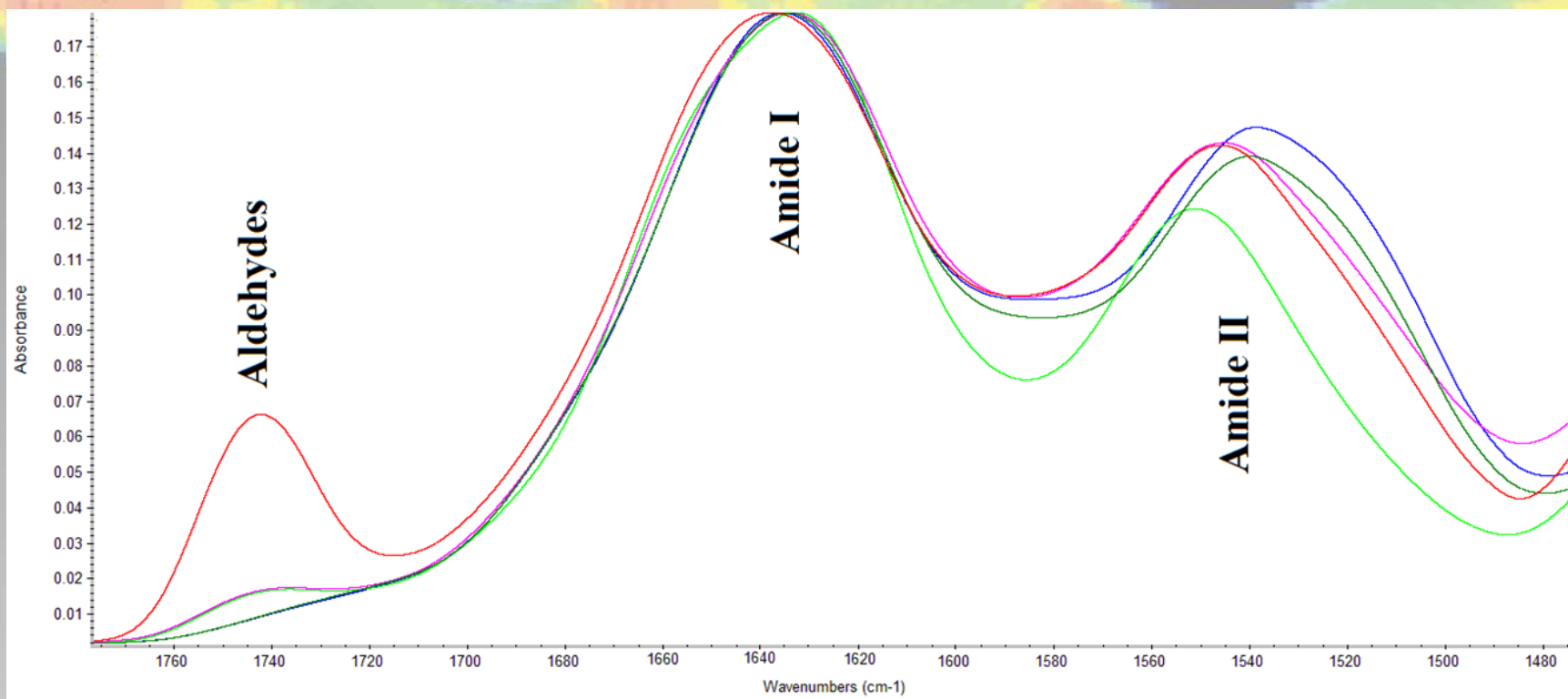


Τα φάσματα διαφέρουν μεταξύ τους σε διάφορα σημεία του ιστού, αλλά είναι ίδια σε θέσεις με την ίδια πάθηση

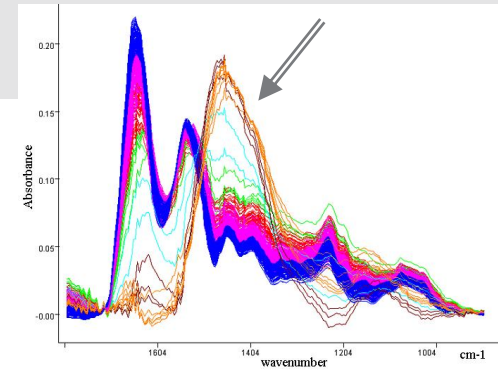
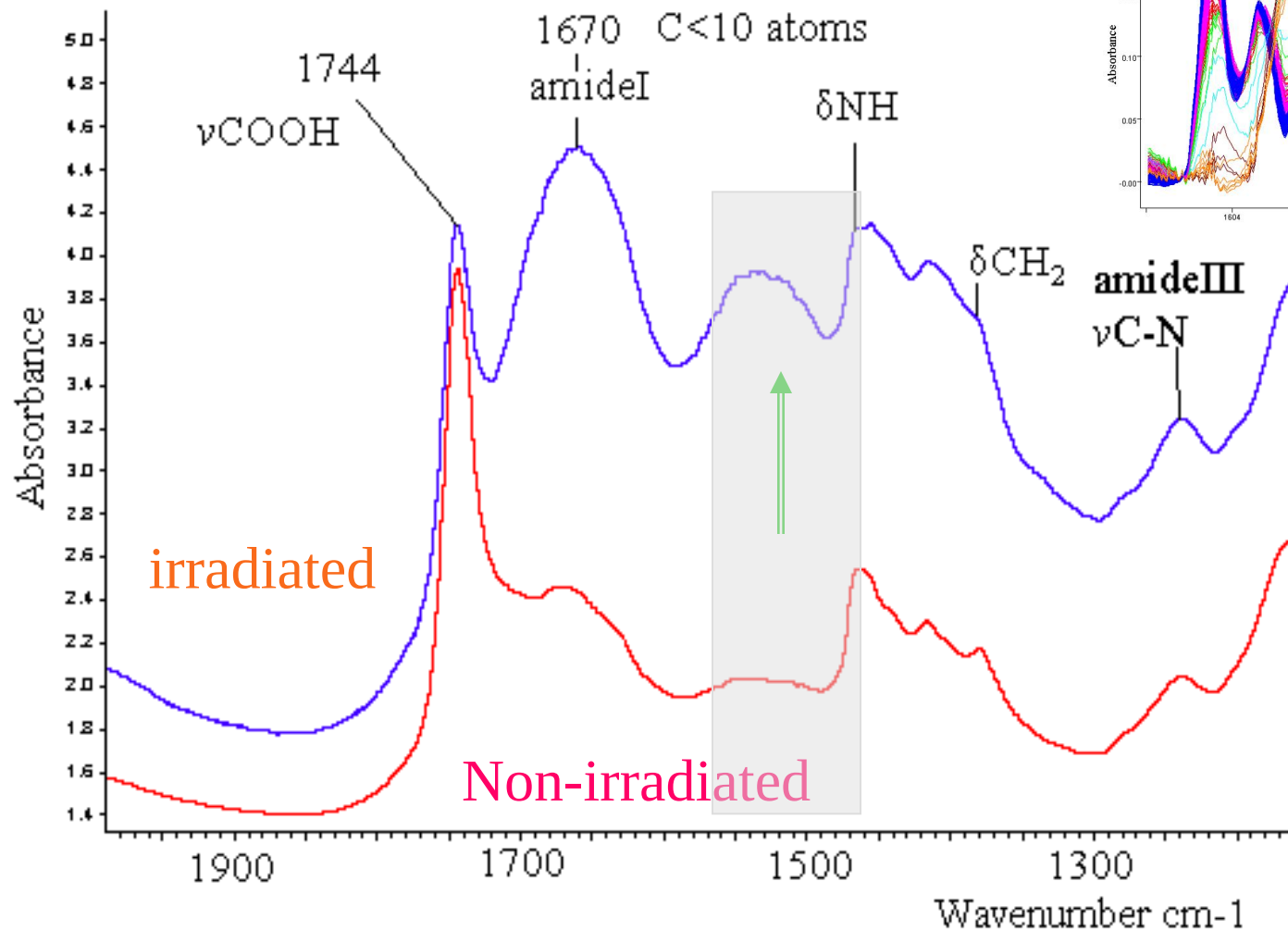
Micro-FT-IR διηθητού πορογενούς καρκίνου grade II και grade III



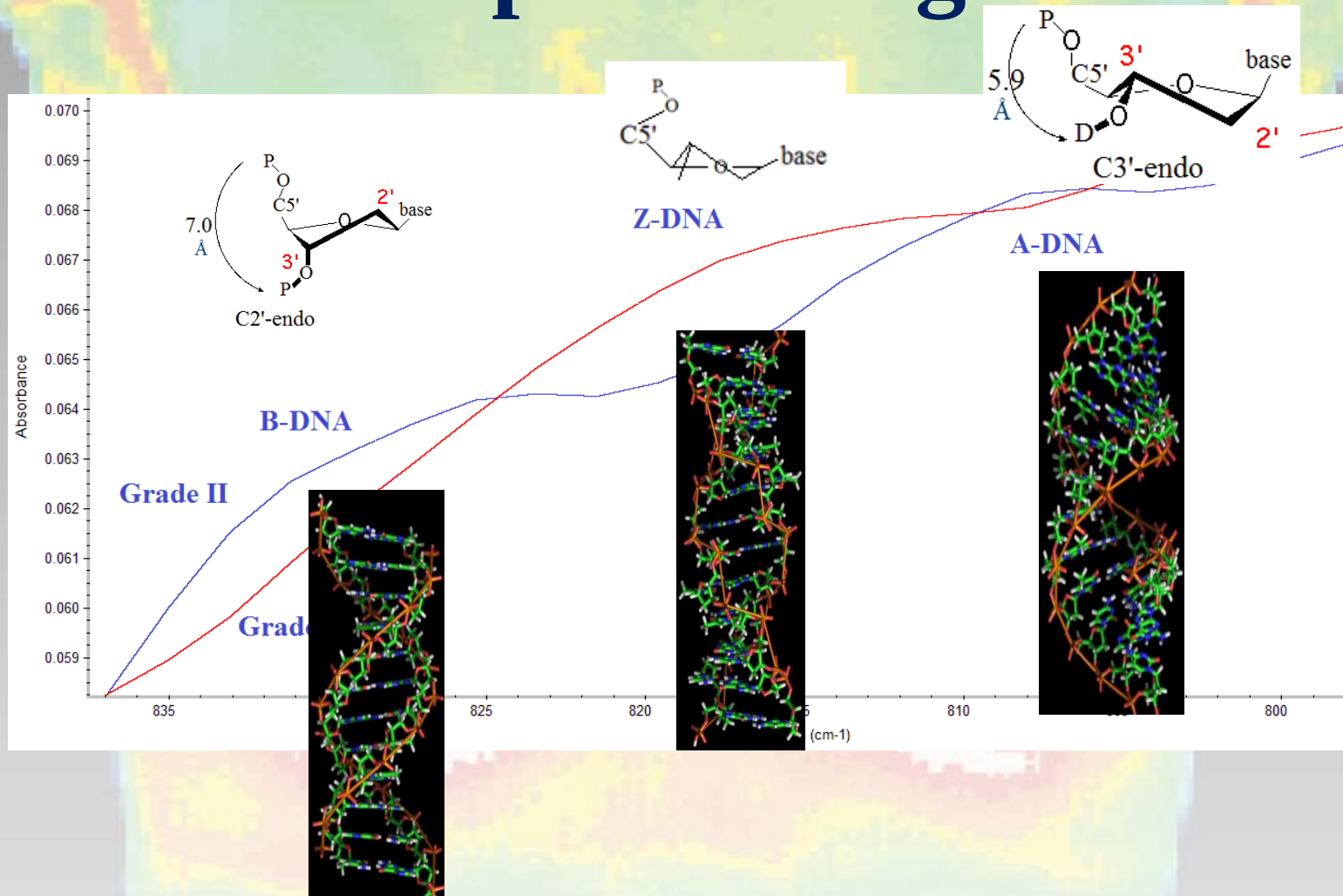


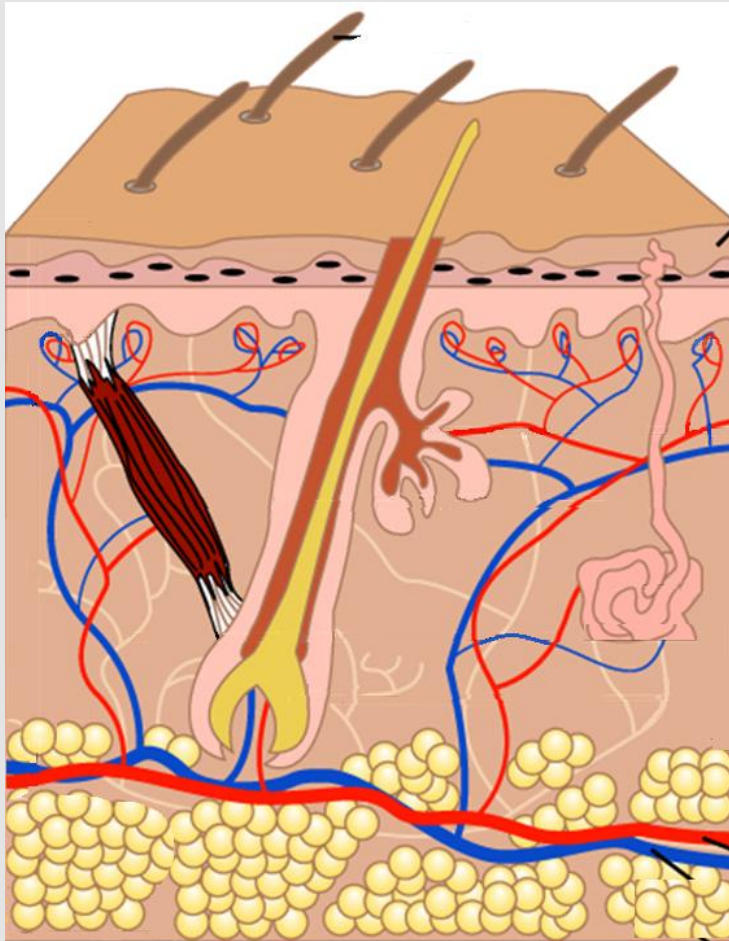


FT-IR ΚΟΛΛΑΓΟΝΟΥ



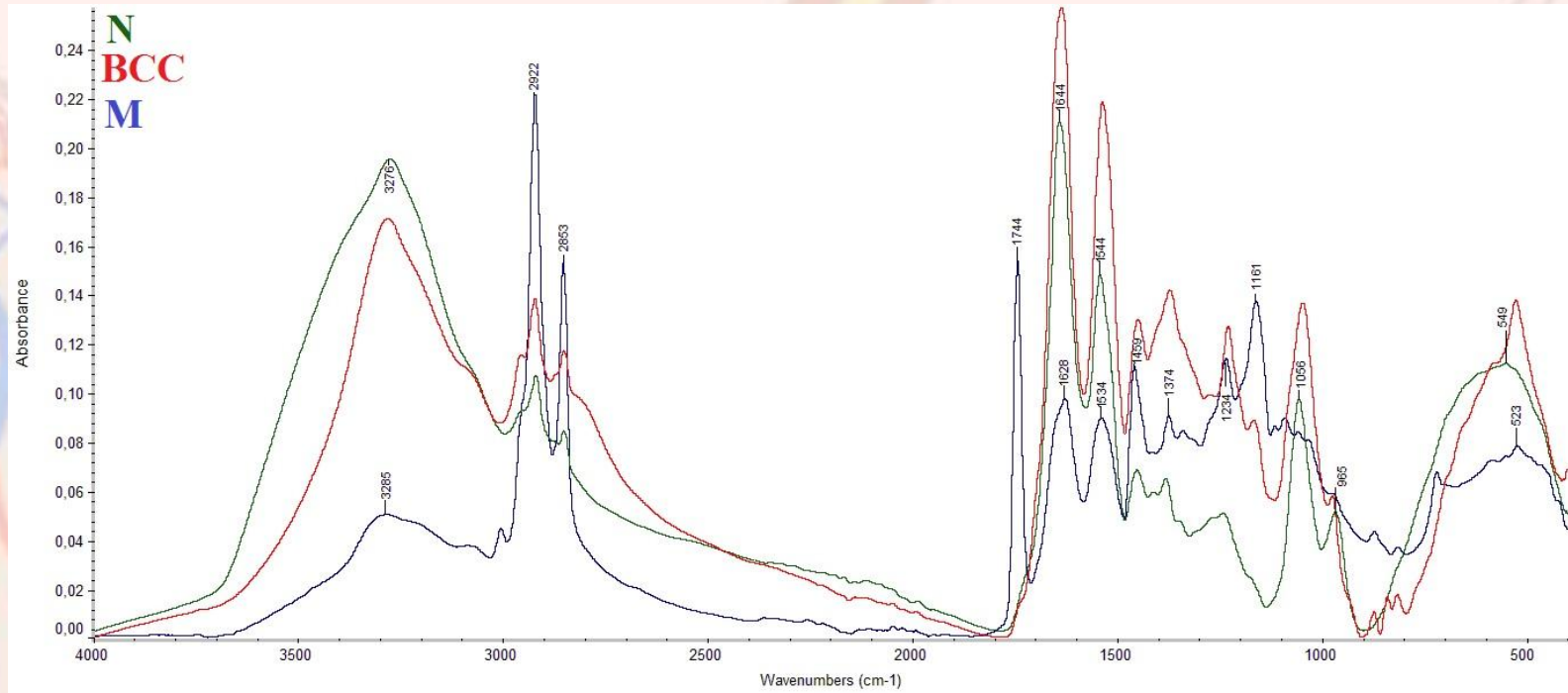
DNA spectral region



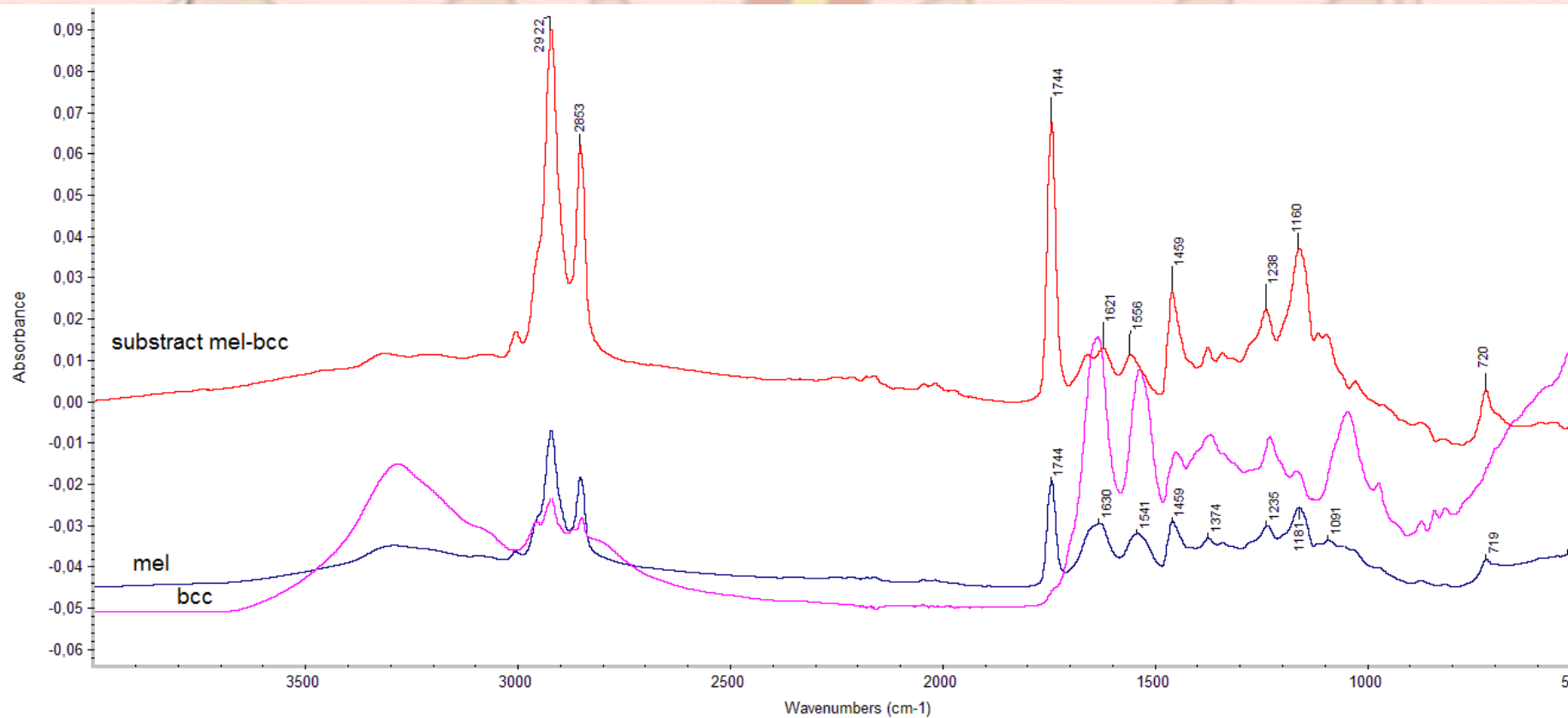


ΔΕΡΜΑ

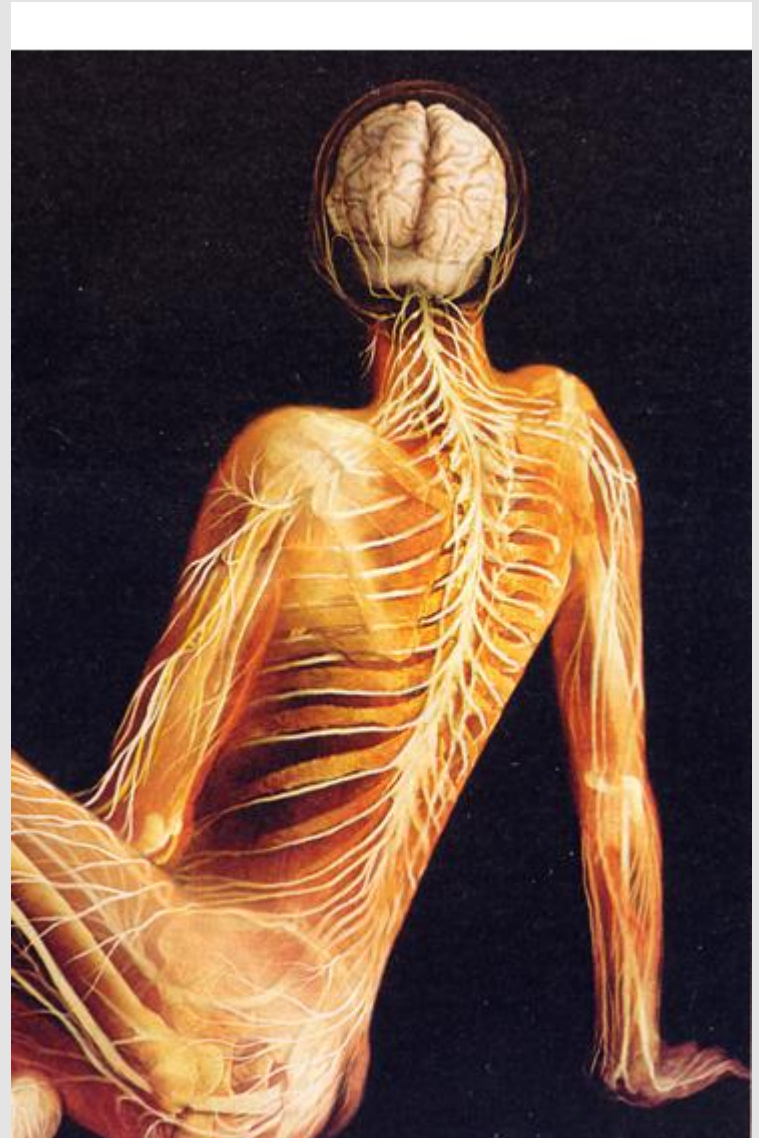
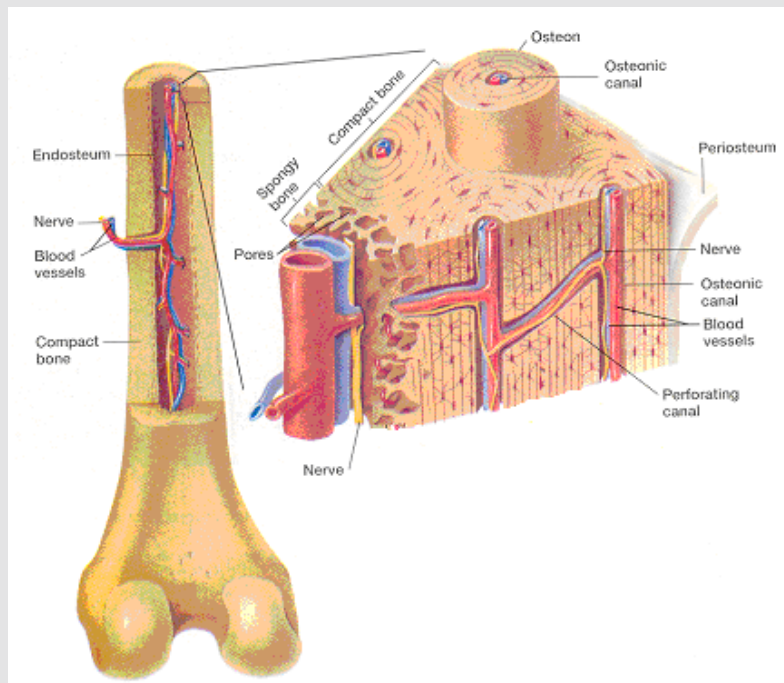
NORMAL-BCC-MC



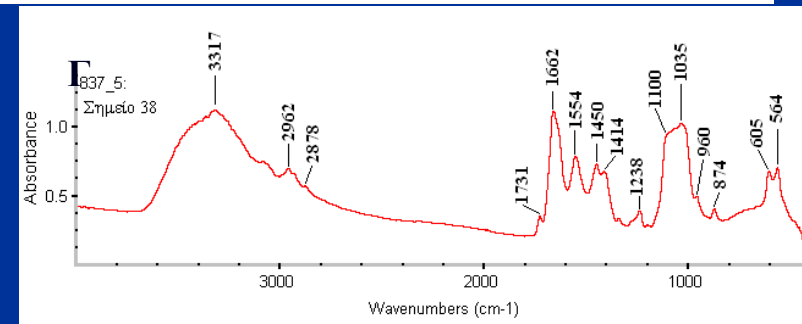
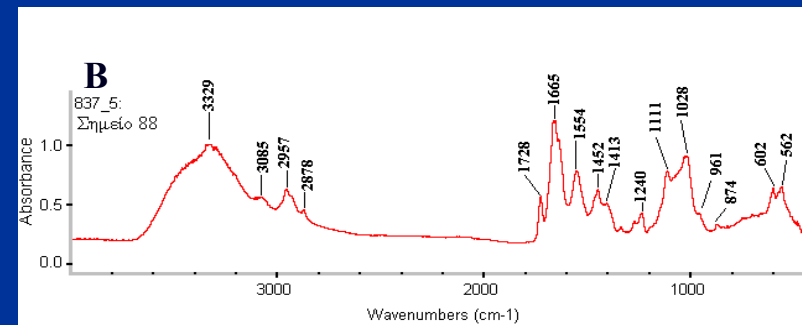
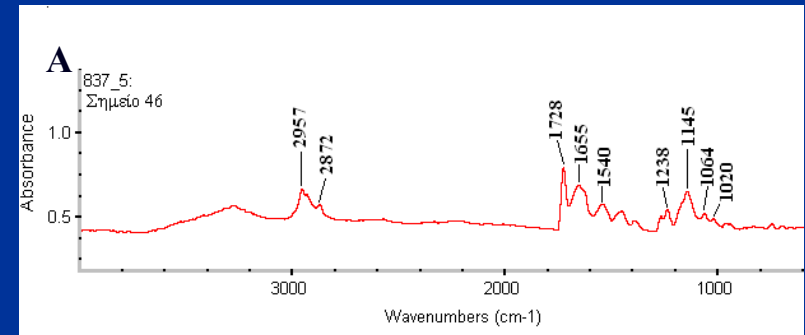
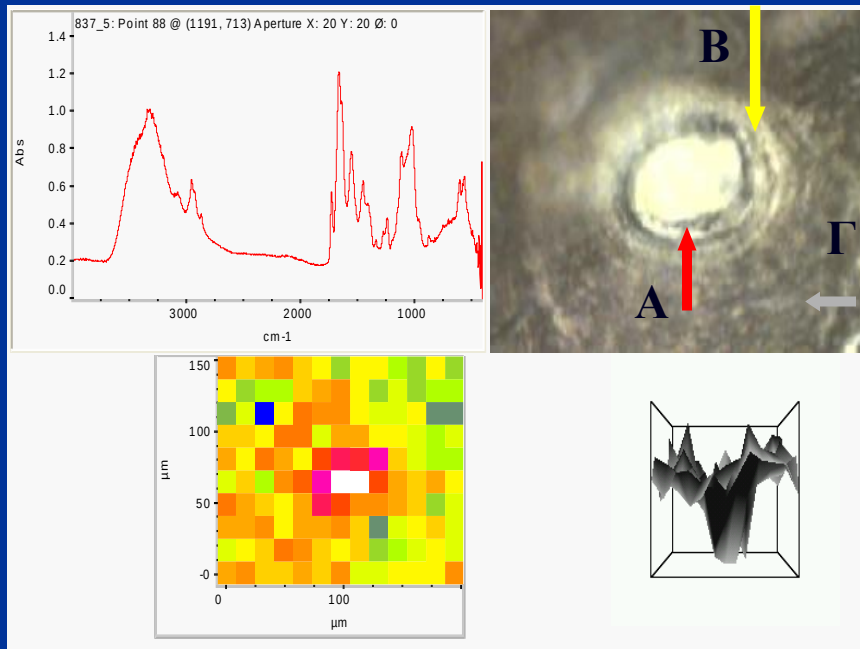
MC and BCC tissues

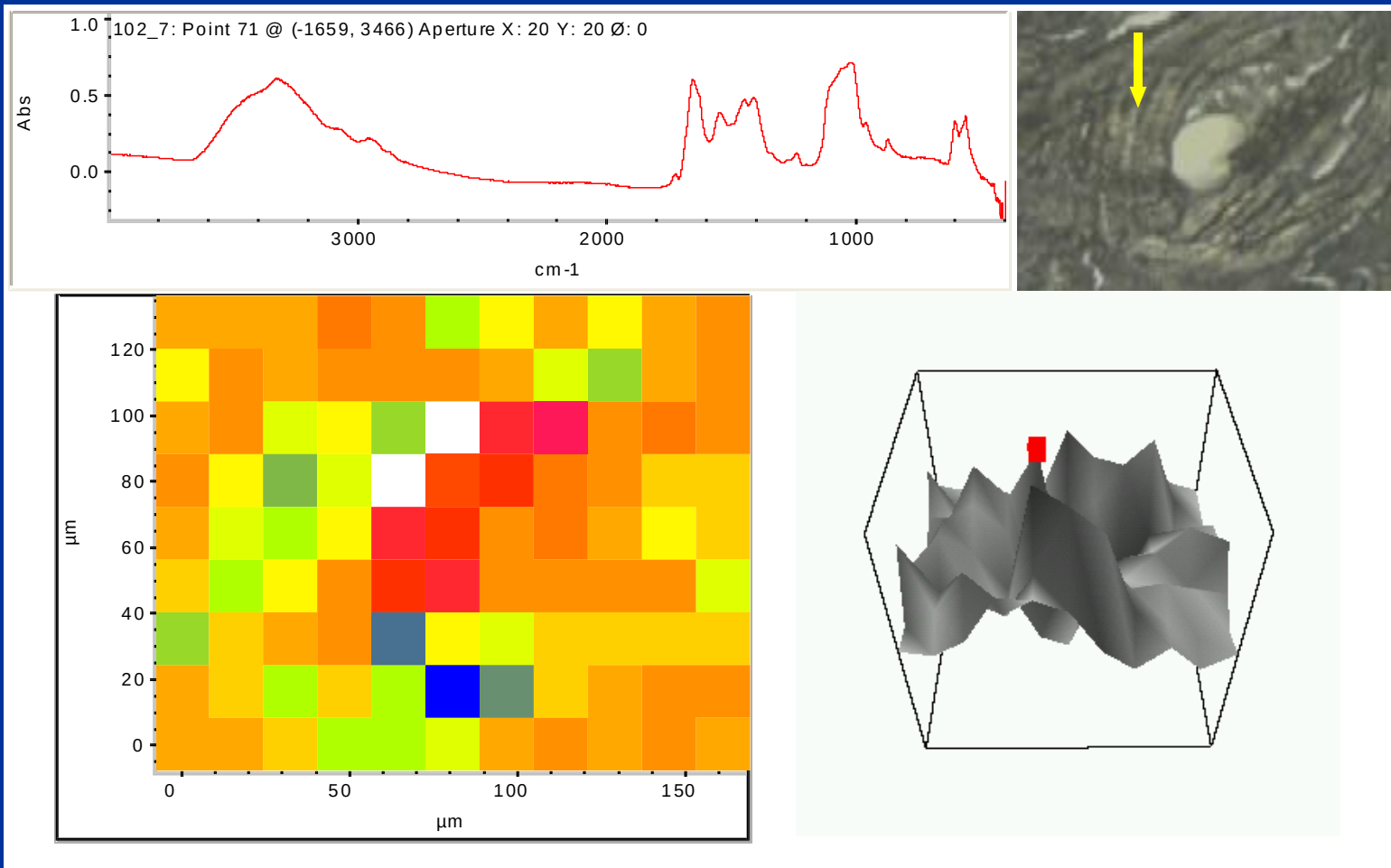


ΟΣΤΑ



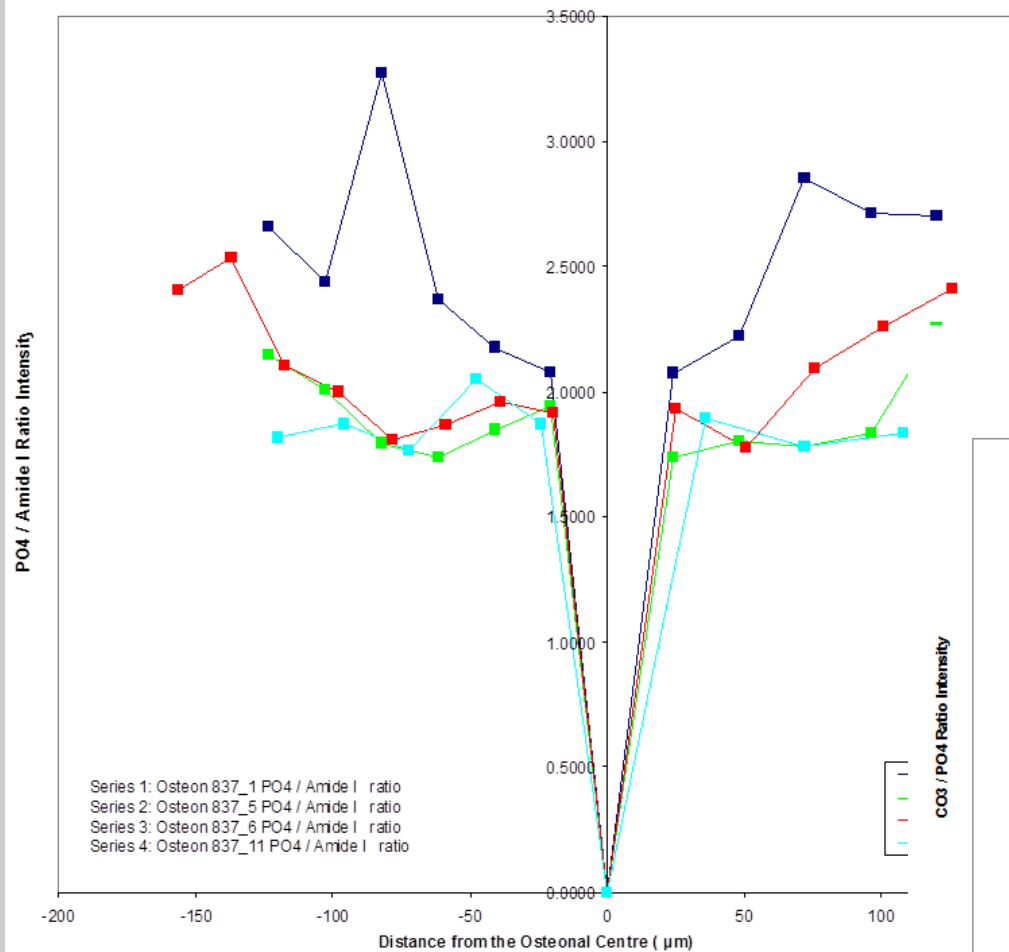
micro -FT-IR mapping of paediatric osteon



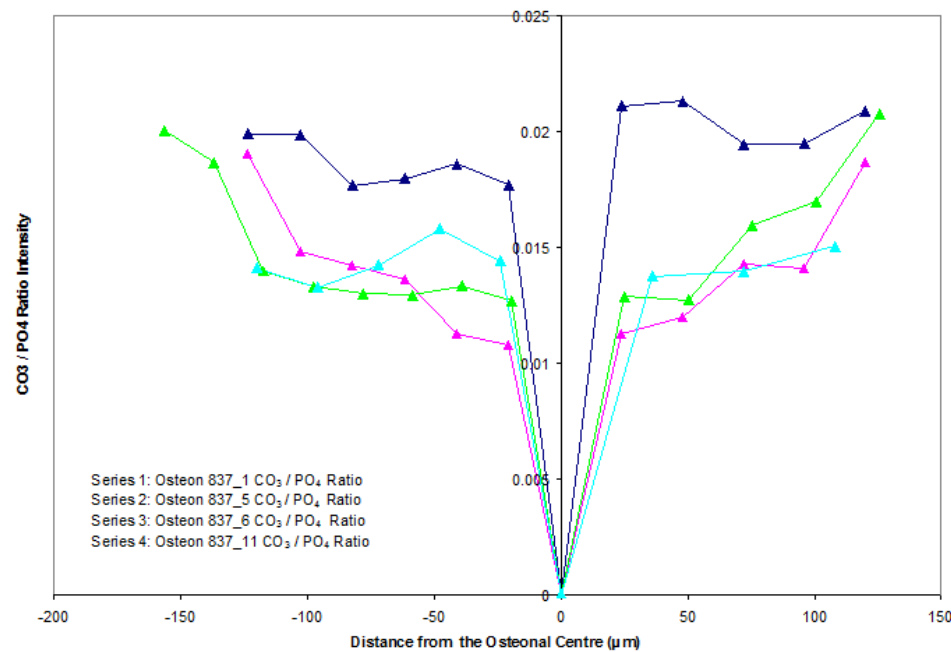


Οστεώνας οστεοαρθρικού γηρασμένου οστού (δείγμα 102_7)

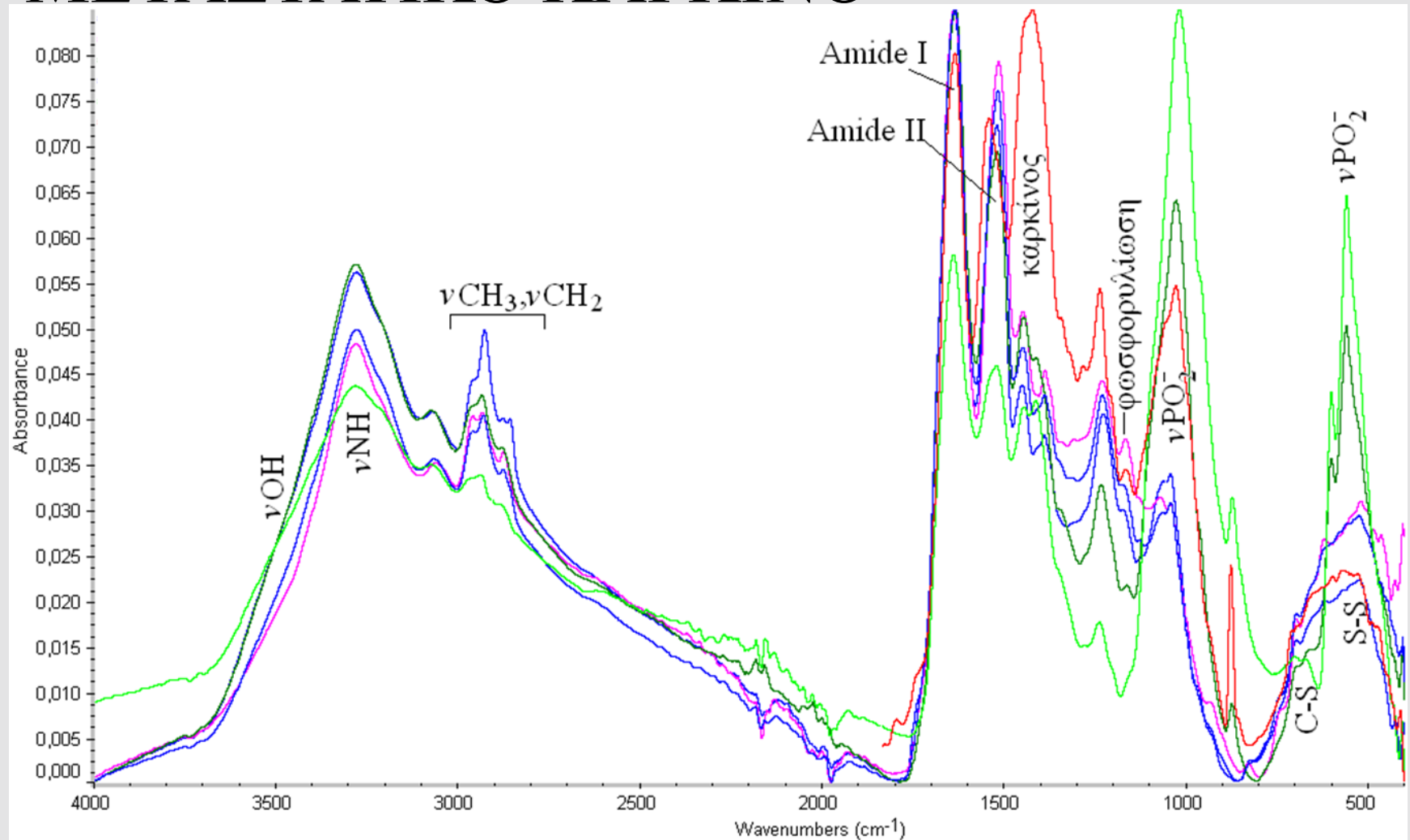
Paediatric Osteons - Mineral to Matrix Ratio Variation



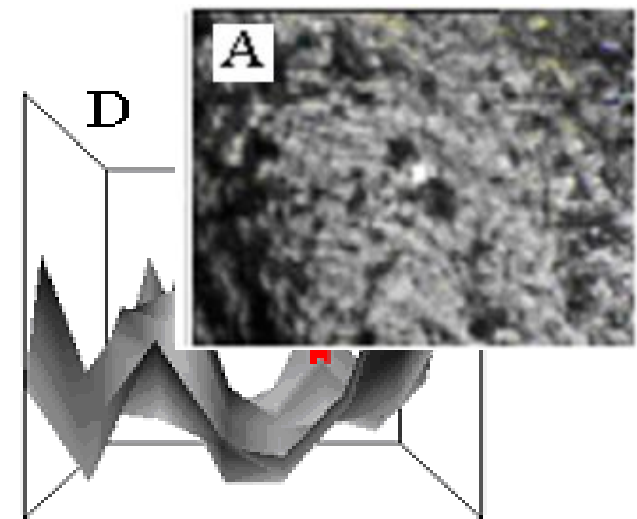
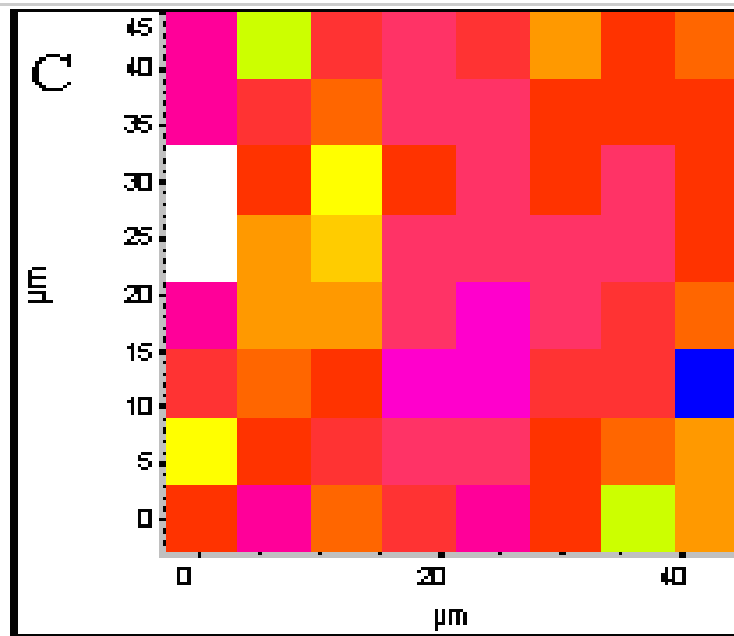
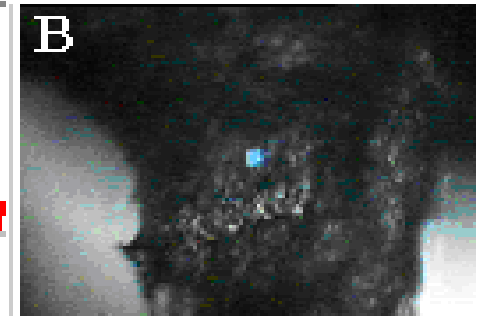
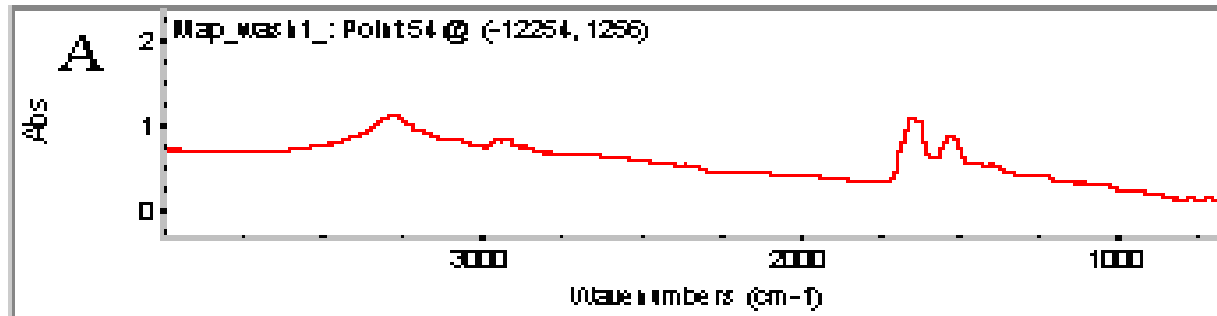
Paediatric Osteons - Carbonate to Phosphate Ratio Variation



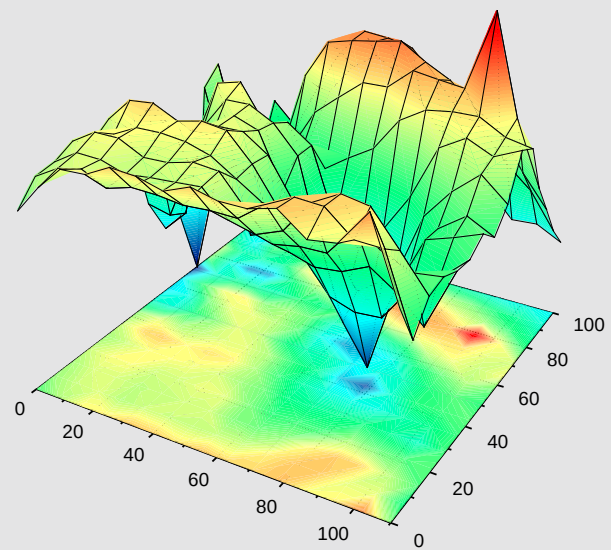
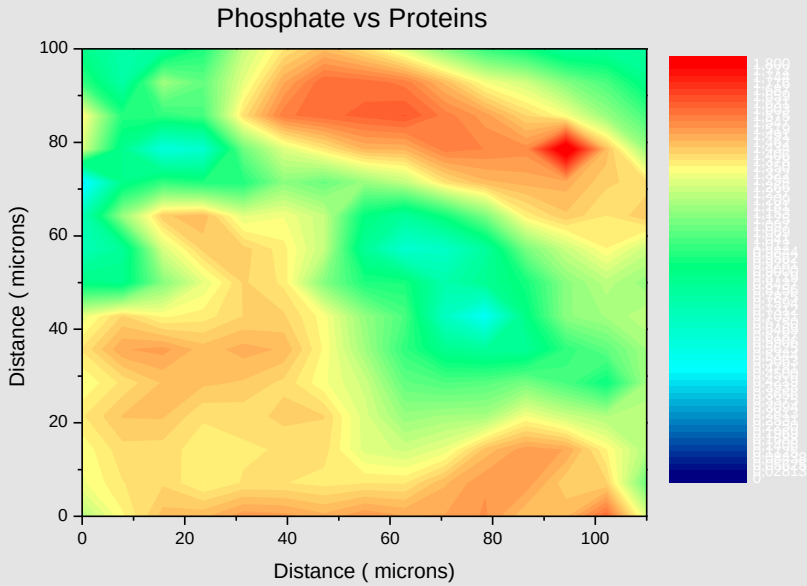
FT-IR ΦΑΣΜΑΤΑ ΟΣΤΩΝ ΜΕ ΜΕΤΑΣΤΑΤΙΚΟ ΚΑΡΚΙΝΟ



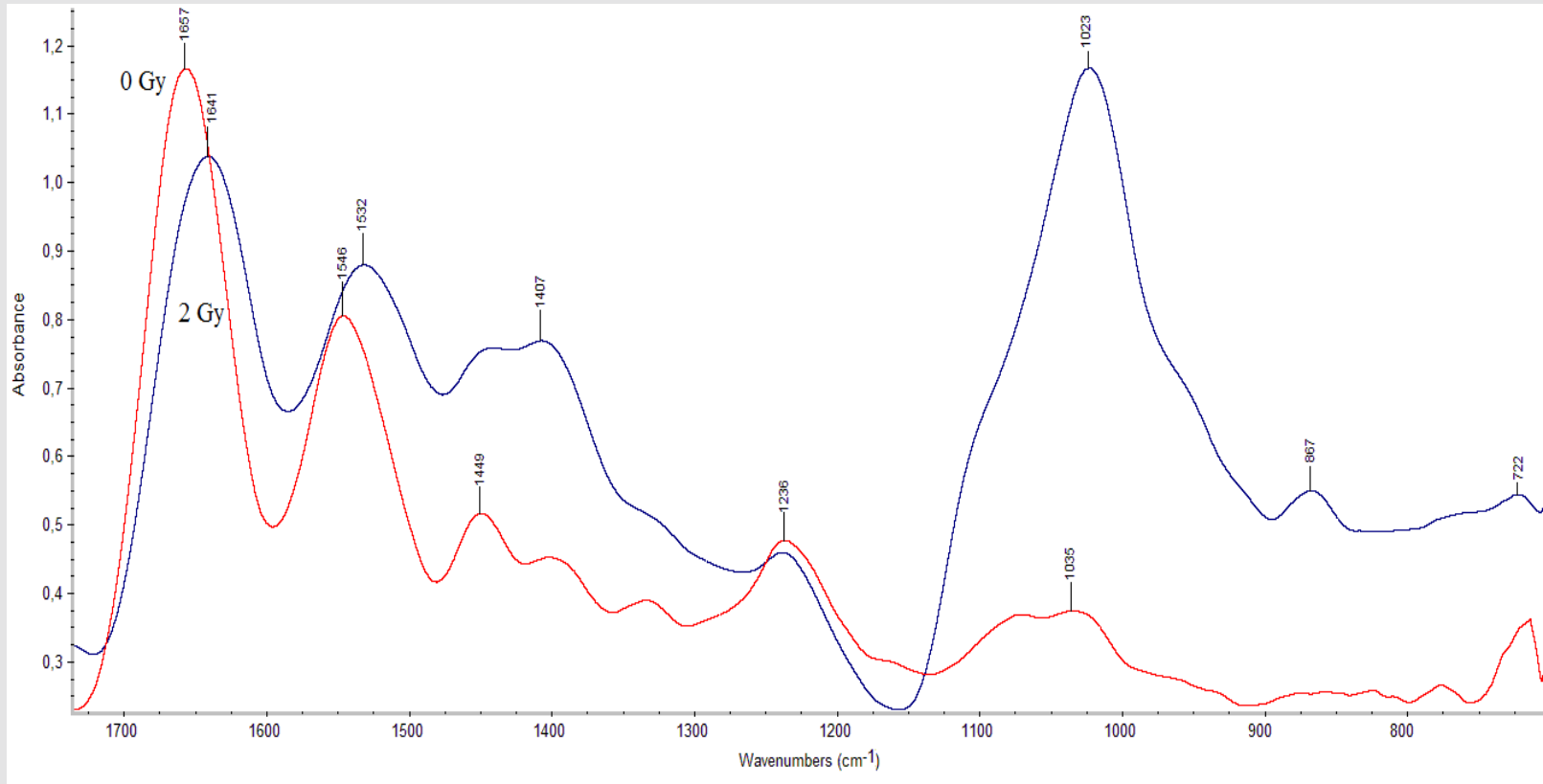
mFT-IR ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΗΜΕΝΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΑΣΘΕΝΟΥΣ



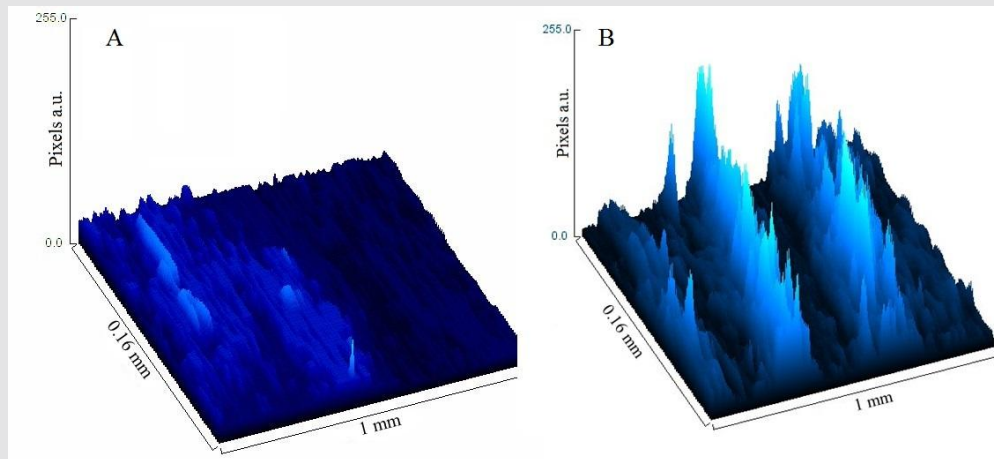
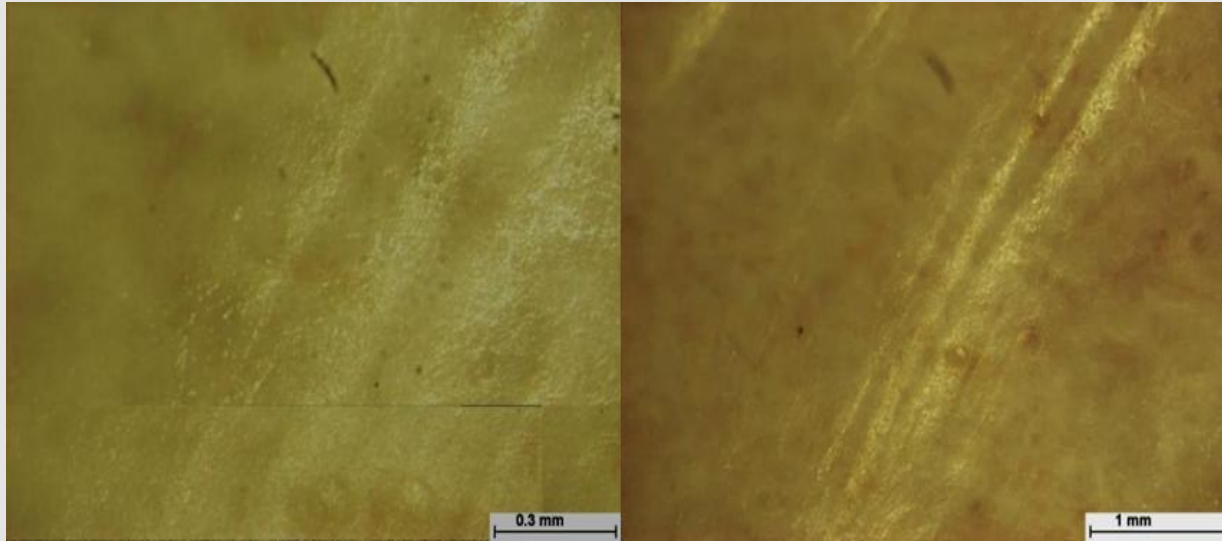
PHOSPHATES/PROTEINS



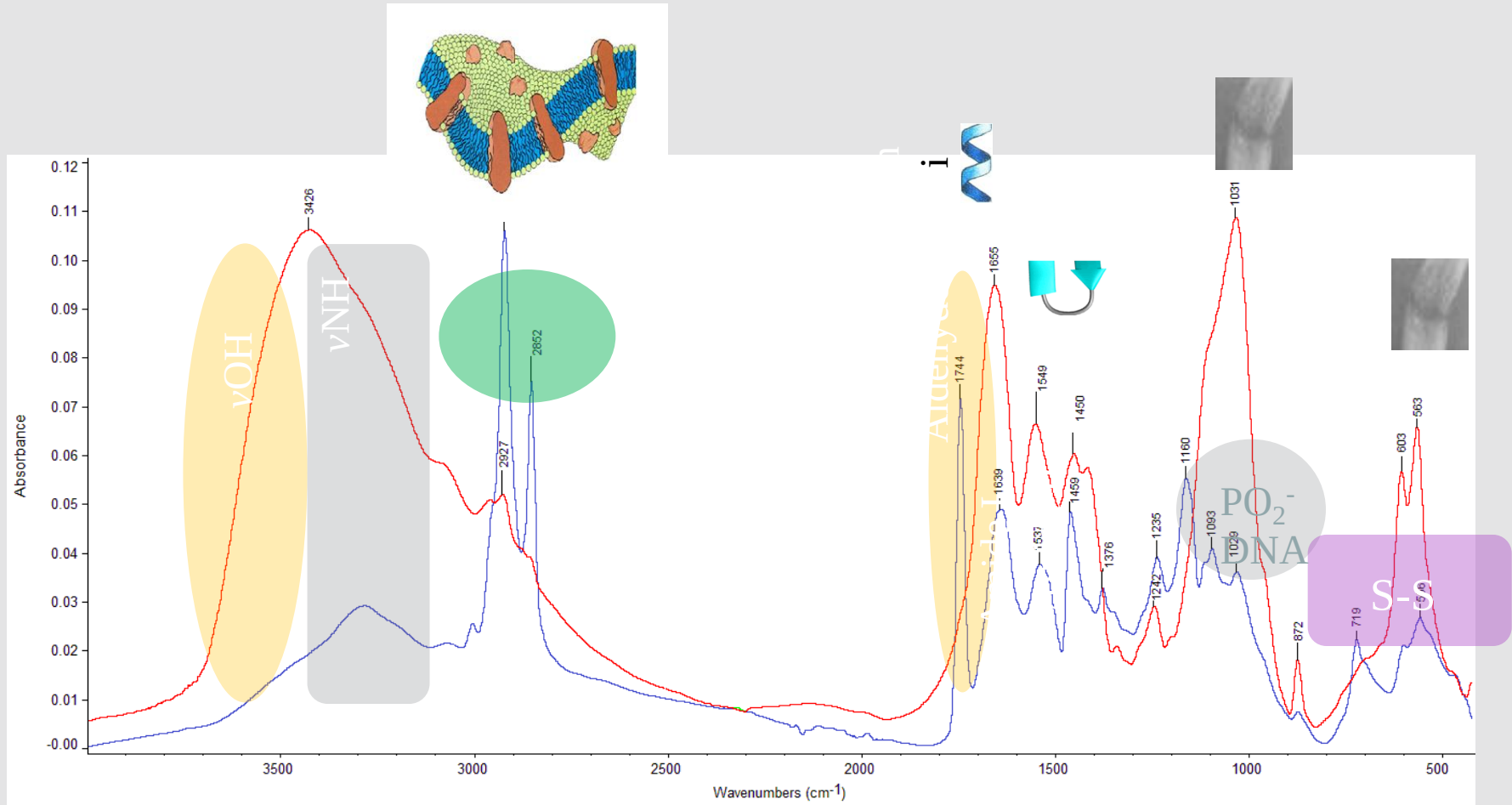
FT-IR ΟΣΤΕΟΑΡΘΡΙΚΟΥ ΧΩΝΔΡΟΥ & ΑΡΘΡΙΚΟΥ 2 Gy



SEM ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΟΣΤΕΟΑΡΘΡΙΤΙΚΟΥ ΧΟΝΔΡΟΥ, ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ ΑΡΘΡΙΚΟΥ ΧΟΝΔΡΟΥ ΜΕΤΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΗΣΗ ΜΕ 2 GY



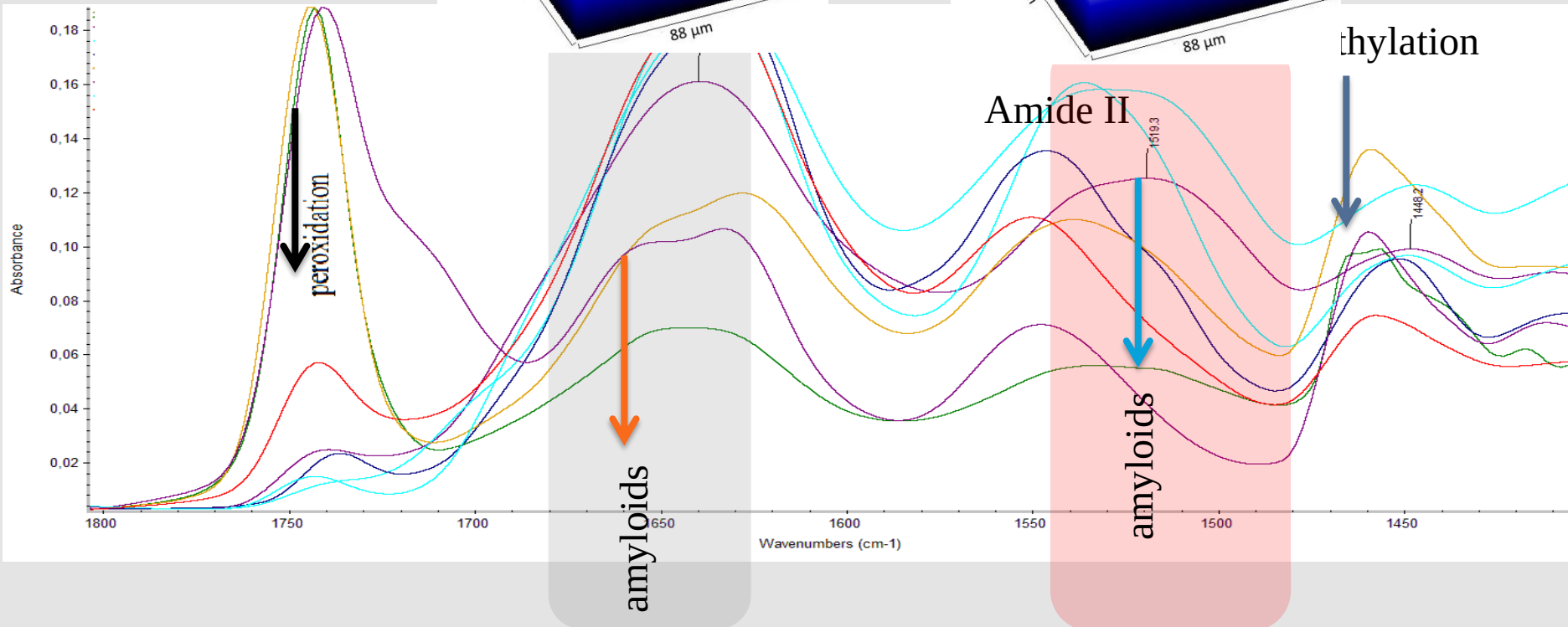
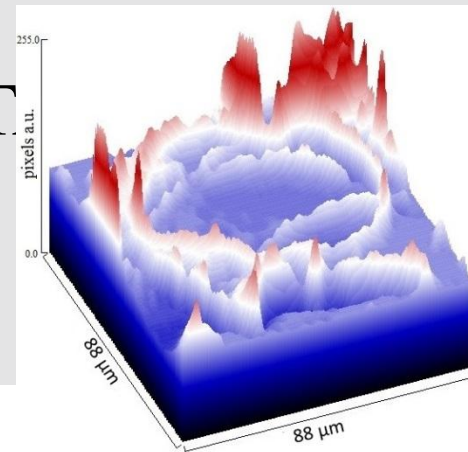
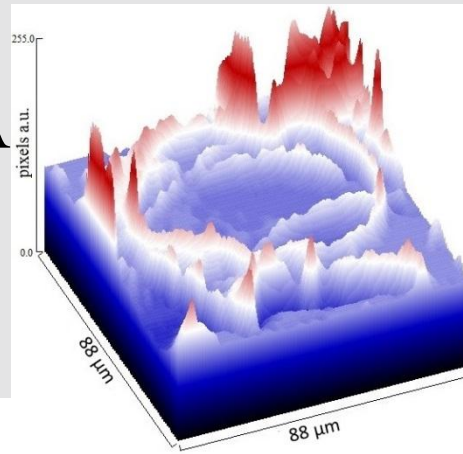
COMPARISON BETWEEN HEALTHY AND CANCEROUS BONES



Red: Healthy bone, Blue: Metastatic cancerous bone from breast

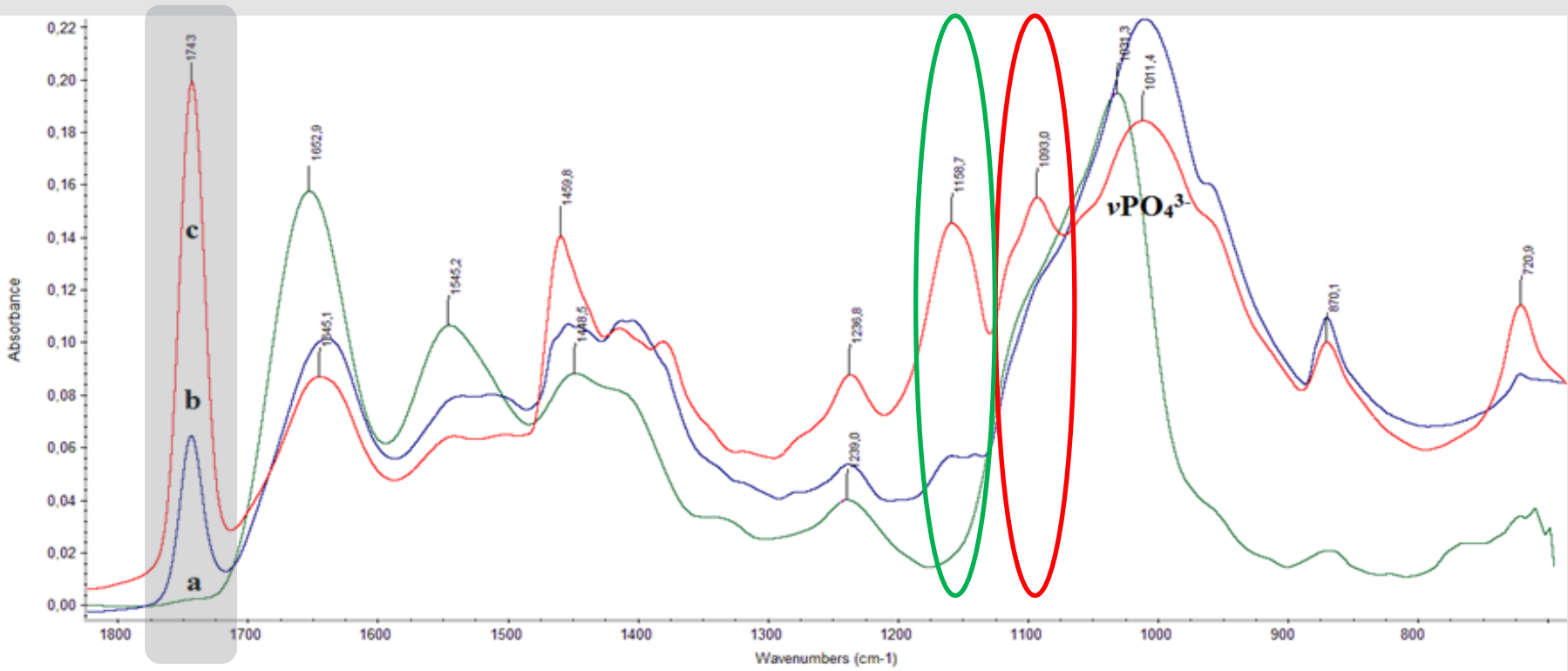
ΜΕΤΑΣΤΑ

Υ ΣΤ



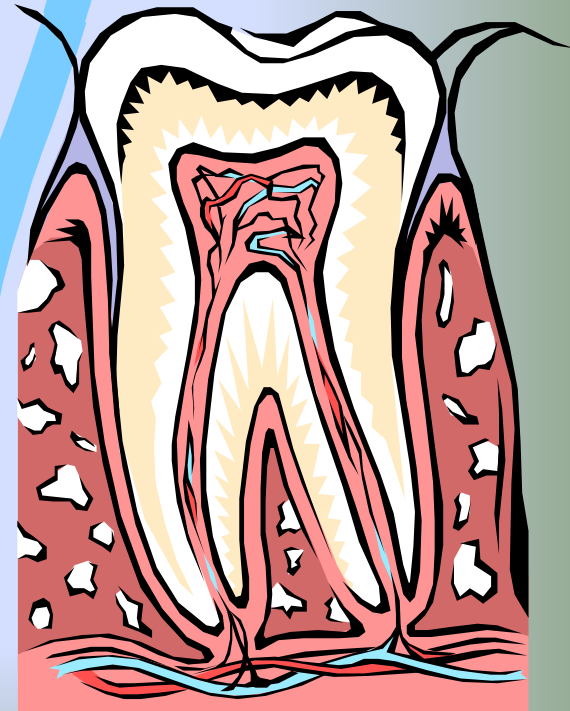
We suggest that accumulation of misfolding proteins affect the bio-availability of essential proteins or to form fibrillar aggregates

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΑΣΜΑΤΩΝ ΟΣΤΩΝ ΜΕ ΡΕΥΜΑΤΟΕΙΔΗ ΑΡΘΡΙΤΙΔΑ ΚΑΙ ΑΡΘΡΙΤΙΔΑ

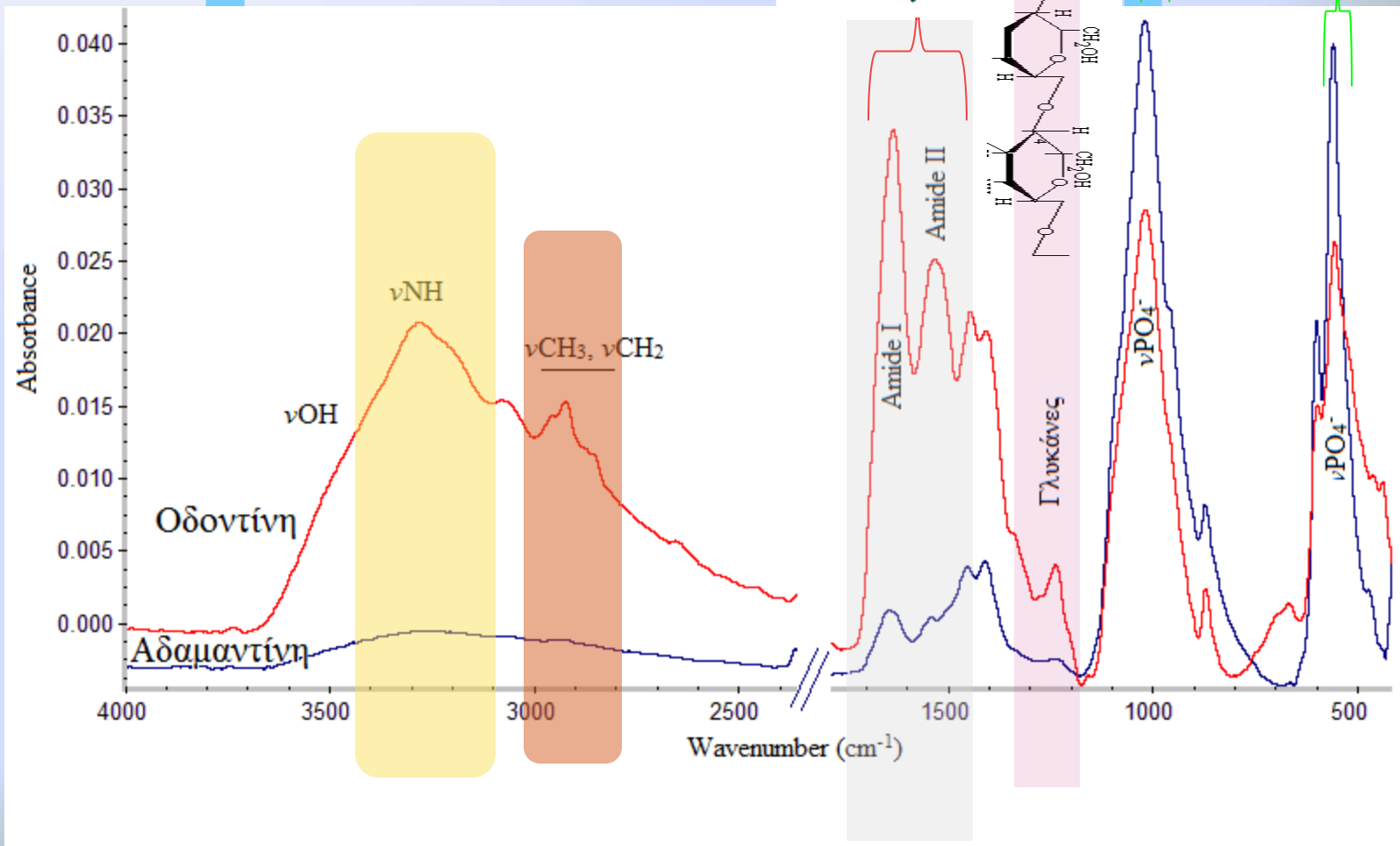
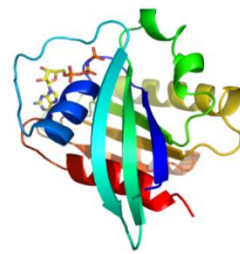


FT-IR φάσματα οστών: a: Υγιές, b: με οστεoarθρίτιδα και c με ρευματοειδή αρθρίτιδα στην περιοχή 1800-700 cm⁻¹.

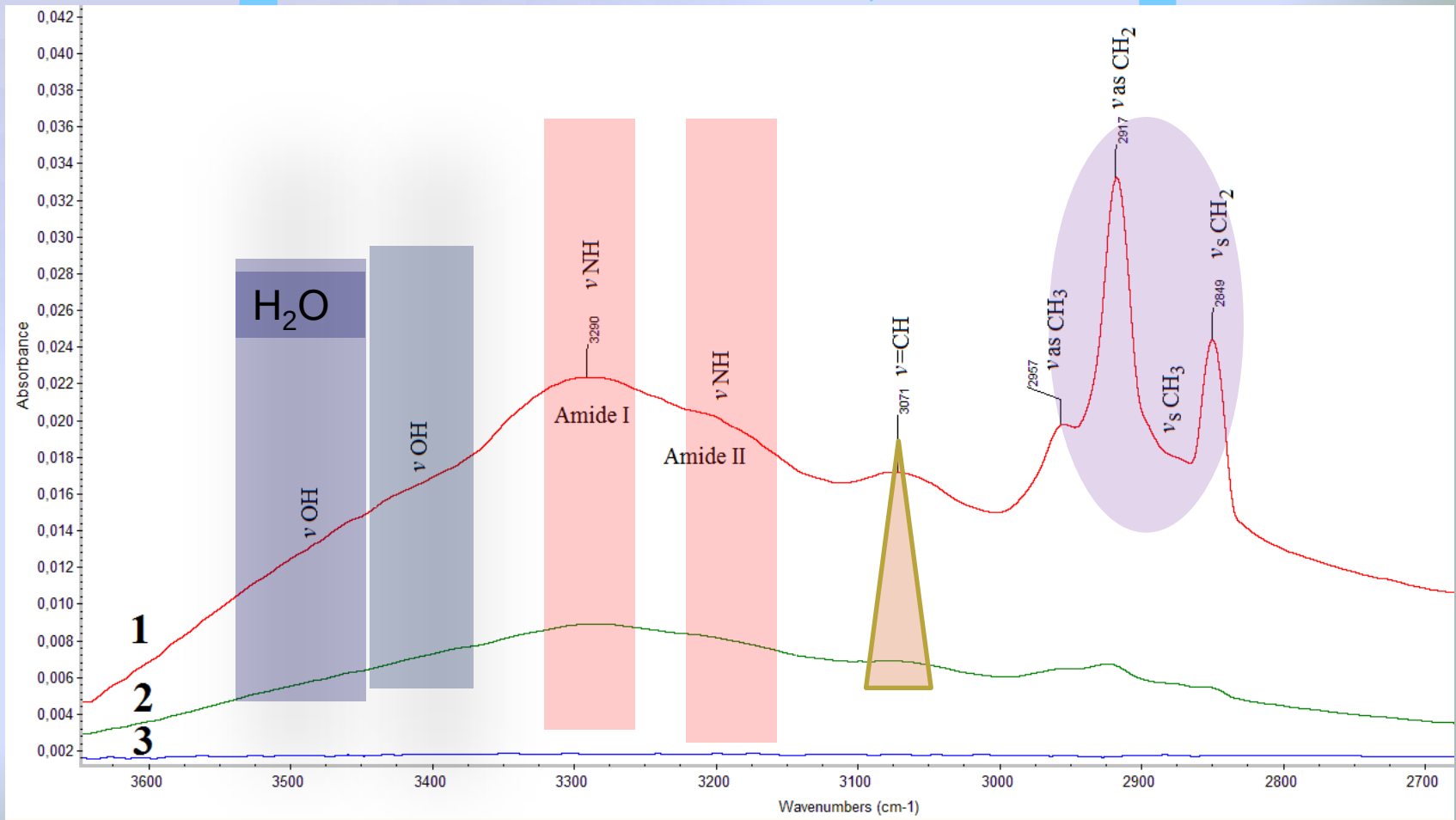
ΔΟΝΤΙΑ



FT-IR φάσματα



FT-IR ΟΣΤΕΪΝΗΣ, ΟΔΟΝΤΙΝΗΣ & ΑΔΑΜΑΝΤΙΝΗΣ



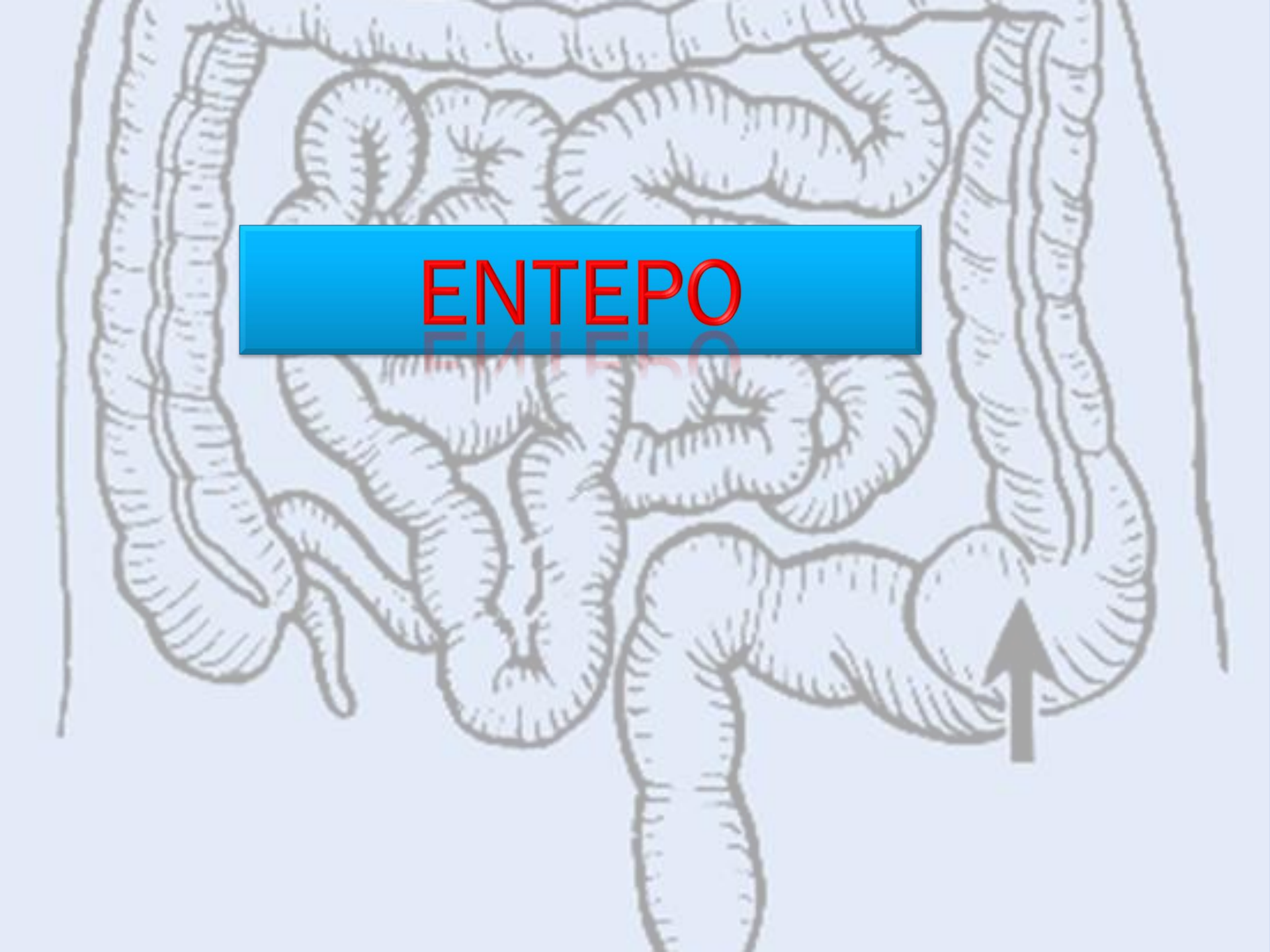
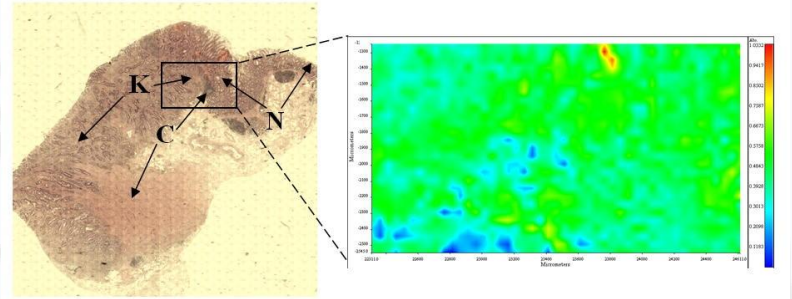
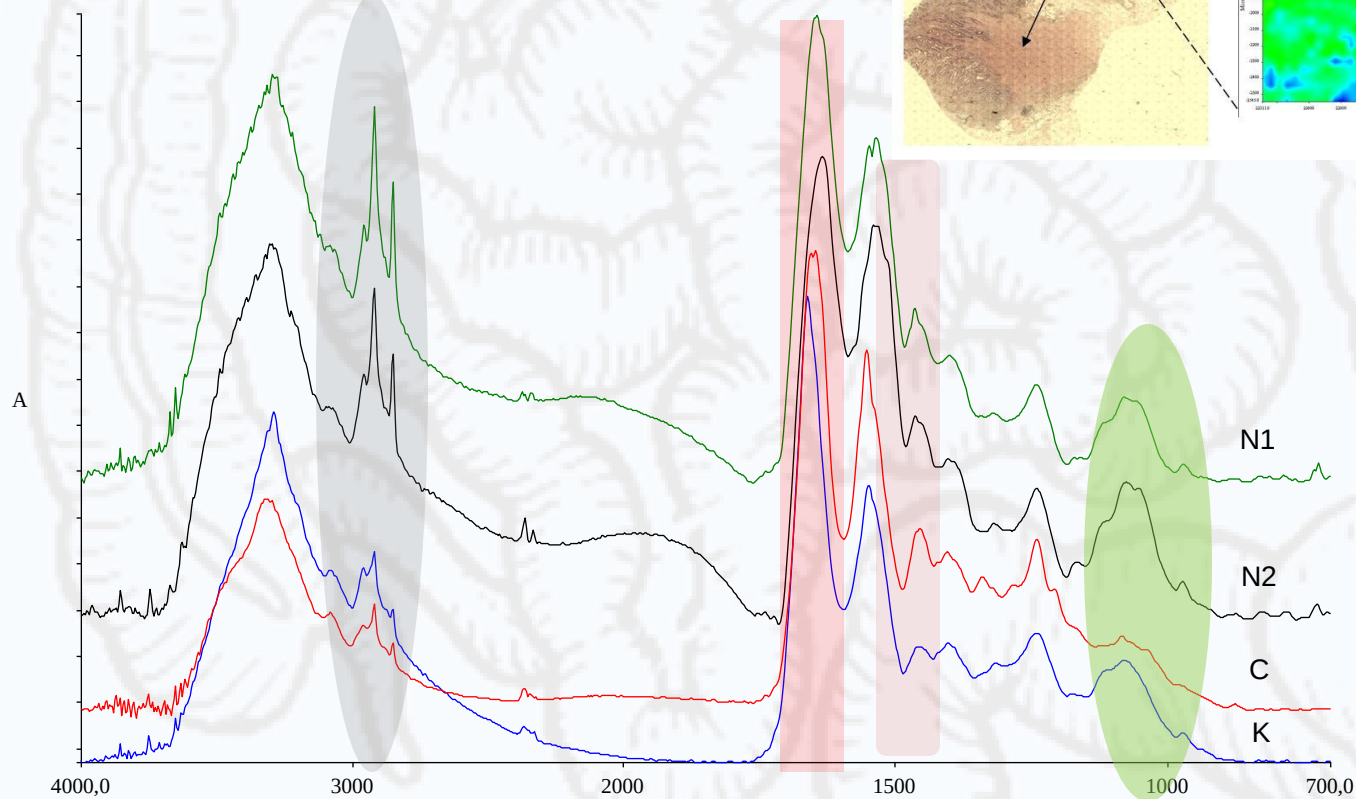


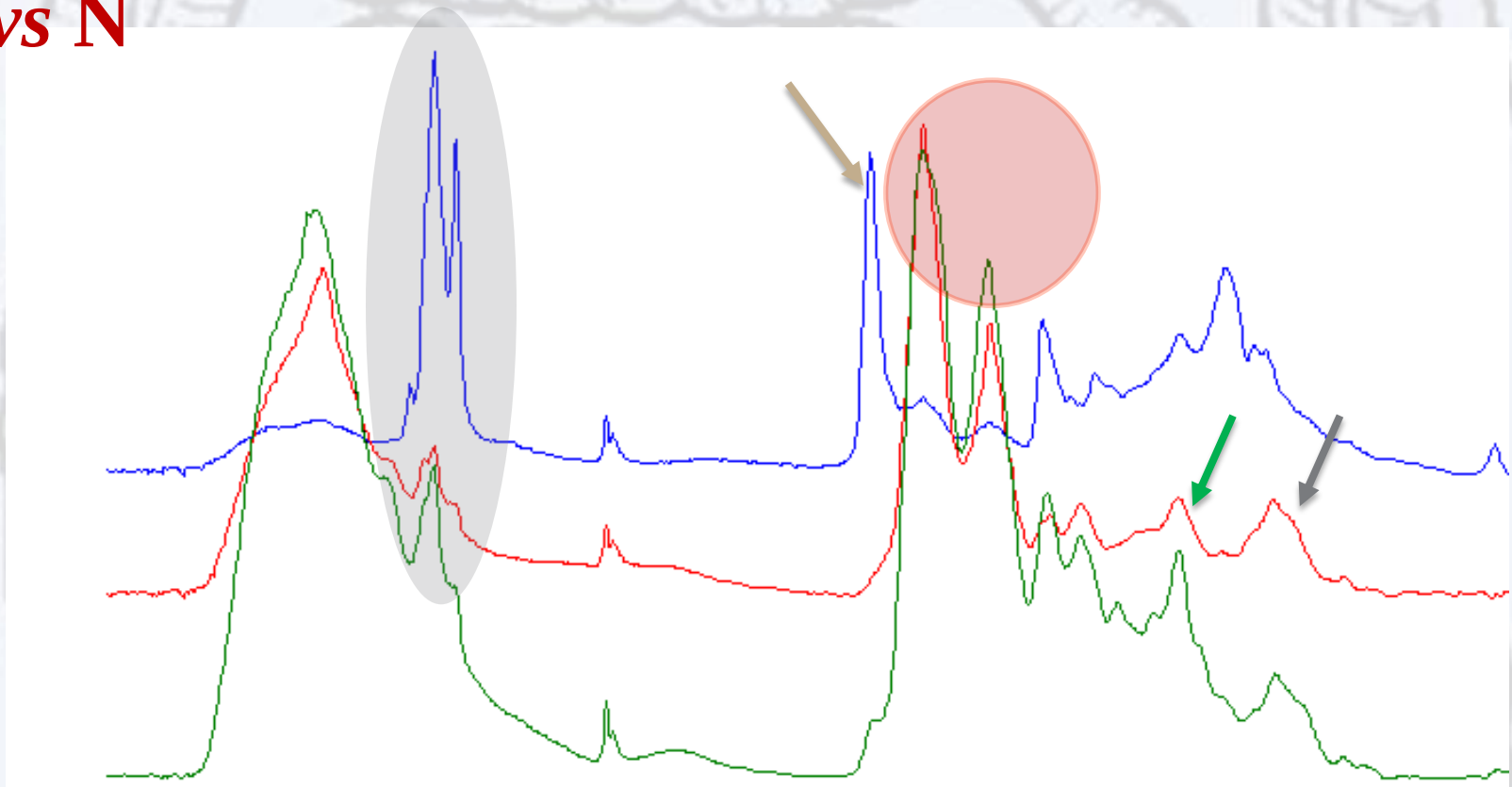
Diagram of the human digestive system showing the stomach, small intestine, and large intestine. A blue box with the word **ENTEPO** is overlaid on the small intestine. An arrow points to the small intestine.

ENTEPO



FT-IR φάσμα αδενοκαρκινώματος του εντέρου 4000-700 cm^{-1} . N1 και N2 φυσιολογικές περιοχές, C συνδετικός ιστός K περιοχή με νεοπλασίες.

K vs N



A I broad Ic

Increase DNA 1080, 970

RNA 1121, 994

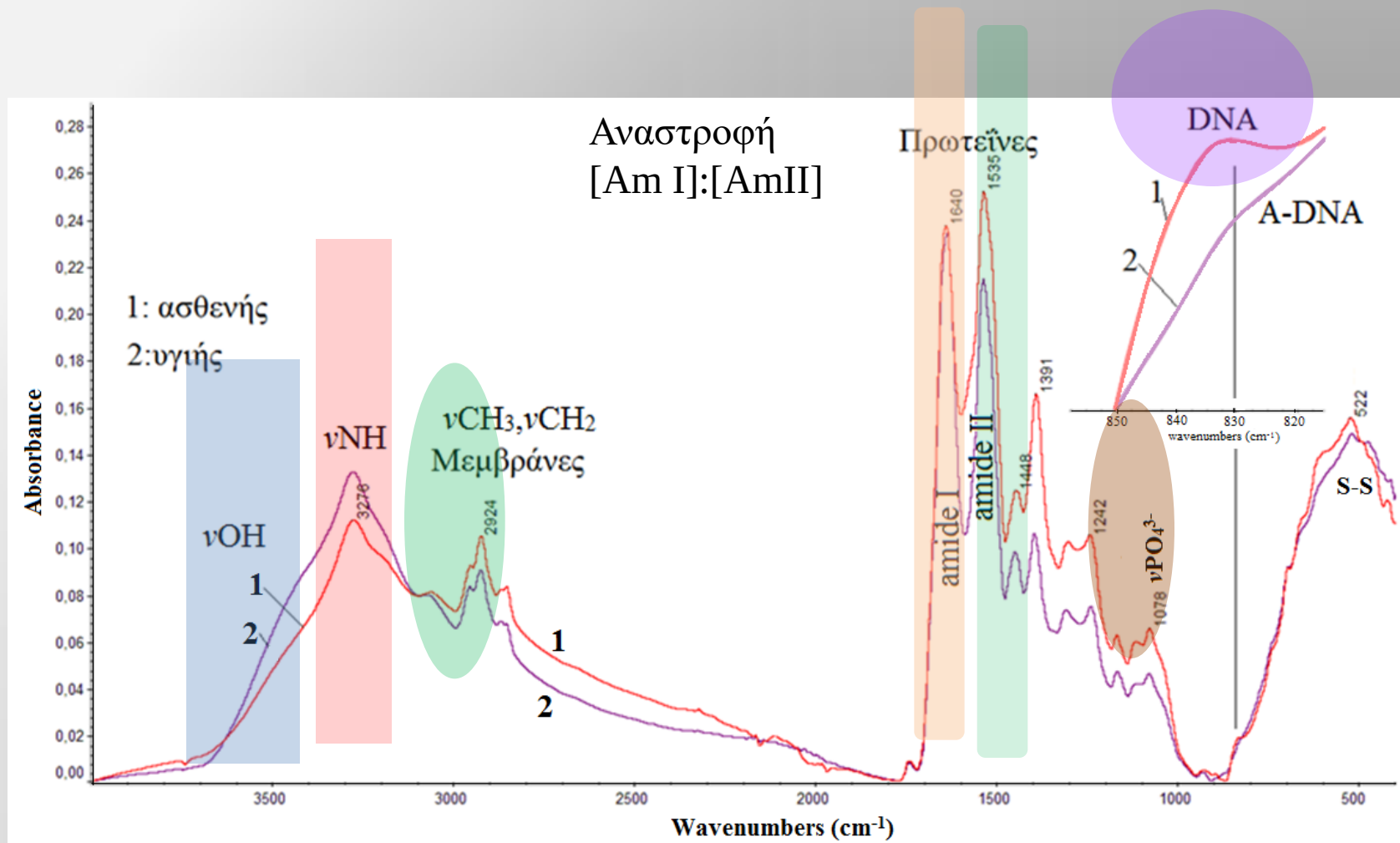
membrane fluidity, protein component: lower 2853/2963, higher 1399/1463

**collagen decrease 1399, 1280, 1204
(highly invasive carcinoma)**

ΔΥΣΚΡΑΣΙΕΣ ΑΙΜΑΤΟΣ



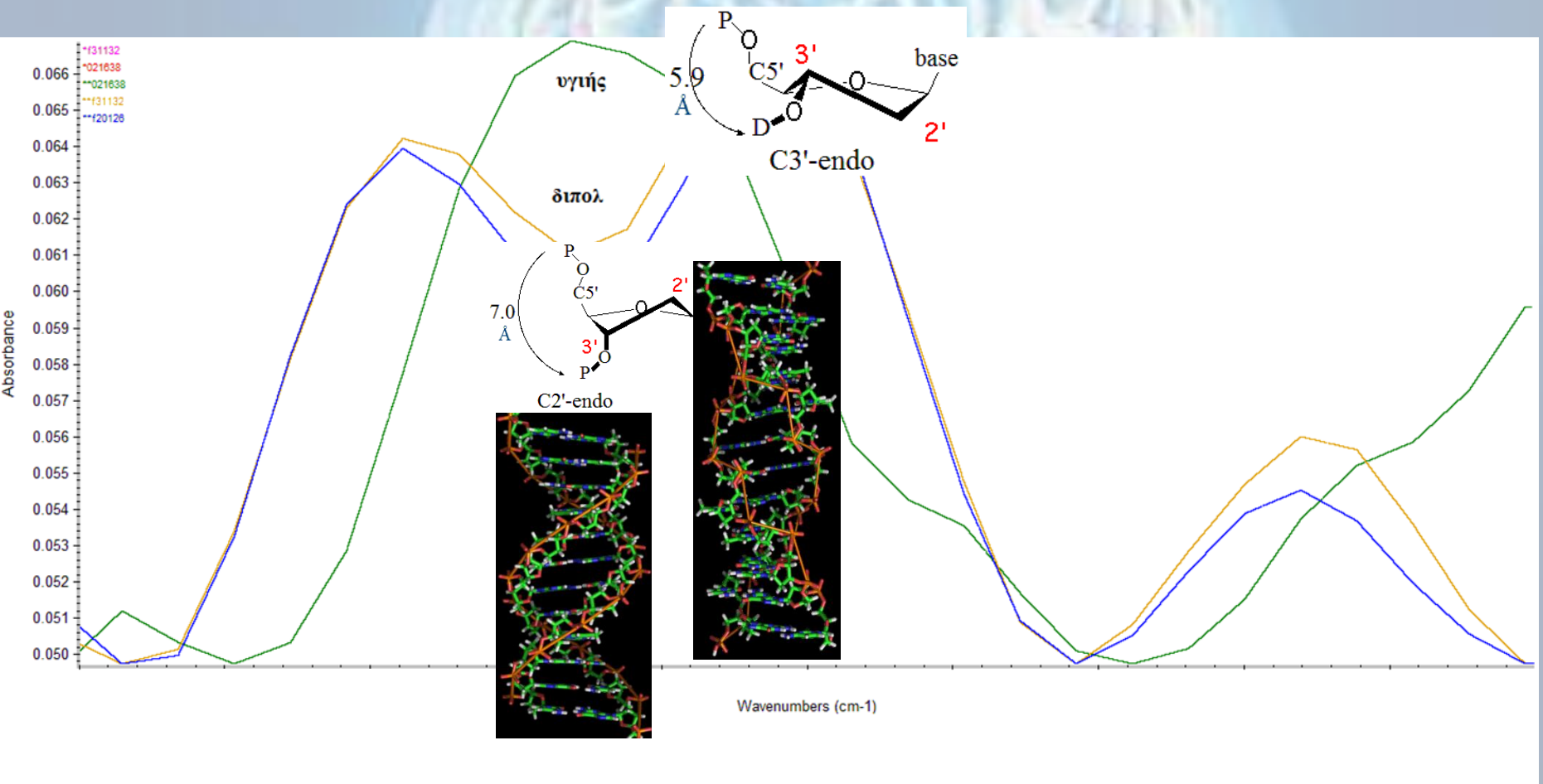
FT-IR ΦΑΣΜΑΤΑ ΟΡΟΥ



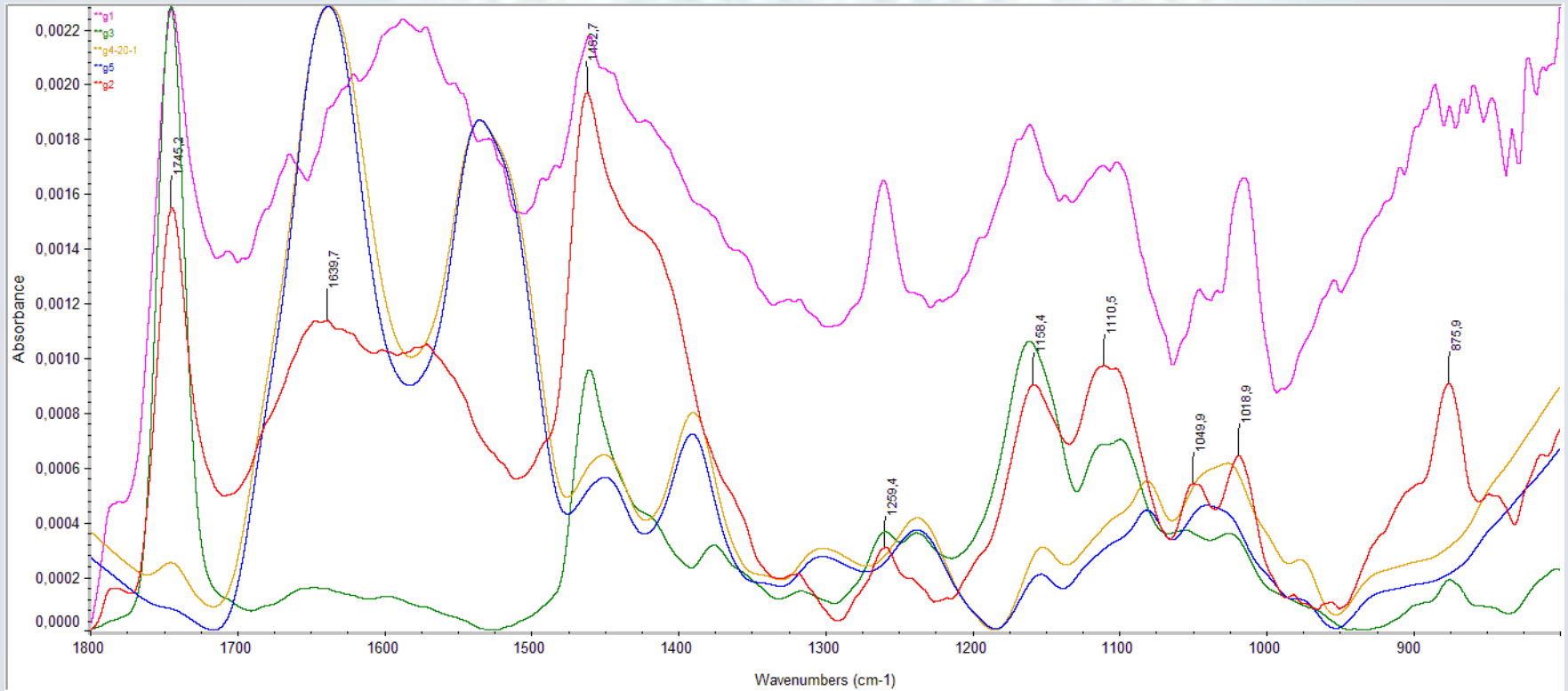


ΣΧΙΖΟΦΡΕΝΕΙΑ

DNA conformational changes



ΜΥΪΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

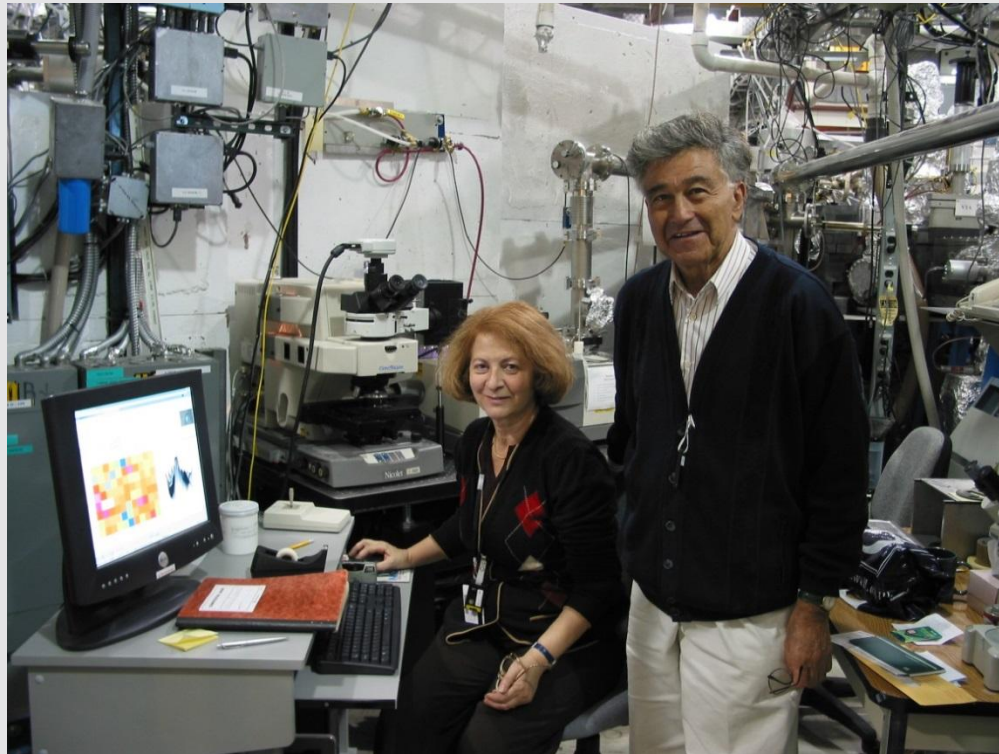


ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ- ΝΕΥΡΟΦΥΤΙΚΕΣ



Alzheimer, Parkinson, Amyloidosis, Schizophrenia

BROOKHAVEN LAB



Ταχύτητα-επαναληψιμότητα
δεν απαιτείται αφαλάτωση των
δειγμάτων, ούτε χρωστική



FT-IR

ιστολογική



Στόχοι της έρευνας

Να ενισχύσουμε την βιοκλινική ανάλυση

Να διαγνώσουμε γρήγορα την συμπεριφορά της ασθένειας και την πορεία της θεραπείας

**Η έγκριση των κλινικών
πρωτοκόλλων έγινε από τα
Ερευνητικά κέντρα**

- Brookhaven, NY**
- Lure, Paris, France**
- Daresbury, England**
- Ancona, Italy**
- ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος**

ΛΑΒΑΜΕ

10. Βραβεία