

不同成熟期油菜角果皮生化成分与反射光谱数据集

王克晓, 周蕊*, 李波

重庆市农业科学院农业科技信息研究所, 重庆 401329

摘要: 高光谱技术为无损探测作物器官生化成分含量提供了有效途径, 已经广泛应用于农作物长势监测中。油菜作物角果成熟期是油菜生育期内的重要阶段, 其突出特征是叶片为角果所逐渐替代。但在目前的诸多研究中, 无论是基于光学辐射传输物理模型, 还是统计学上的经验模型, 均较少有针对油菜角果高光谱与其生化组分间关系开展的研究。文章数据集为一套由油菜角果反射光谱和角果皮生化成分指标含量组成的数据集, 包含利用 ASD HandHeld 2 手持式地物光谱仪采集的 3 个不同品种的油菜角果在 4 个不同成熟期的高光谱反射数据和与之对应的角果皮叶绿素、类胡萝卜素及含水量等生化成分含量指标。该数据集可为油菜角果皮生化成分含量与反射光谱之间的关系研究提供数据基础。

关键词: 数据集; 油菜角果; 反射光谱; 生化成分指标

引用格式: 王克晓, 周蕊, 李波. 不同成熟期油菜角果皮生化成分与反射光谱数据集[J]. 农业大数据学报, 2023, 5(1):29-33.

WANG Kexiao, ZHOU Rui, LI Bo. Biochemistry indexes and reflectance spectra datasets of rape pod pericarp at different maturities[J]. Journal of Agricultural Big Data, 2023, 5(1):29-33.

Biochemistry Indexes and Reflectance Spectra Datasets of Rape Pod Pericarp at Different Maturities

WANG Kexiao, ZHOU Rui*, LI Bo

Institute of Agricultural Science and Technology Information, Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 401329, China

Abstract: Hyperspectral technology provides an effective way for nondestructive detection of biochemical components in crop organs, and has been widely used in crop growth monitoring. The pod maturity is an important growth period of rape from flowering to harvest, and the leaves are replaced by siliques gradually. However, there were few studies on the relationship between hyperspectral and biochemical components of the rape pod based on either physical model of optical radiative transfer or empirical statistical models in the current many studies. This data set is a data set consisting of the reflectance spectrum of rape pod and the content of biochemical components in the pod pericarp, including the hyperspectral reflectance data of rape pod of three different varieties at different maturity stages collected by ASD HandHeld2 and the corresponding chlorophyll content, carotenoid content and water content in the pod pericarp. It can provide data basis for exploring the relationship between the content of biochemical components in rape pod and the reflectance spectrum.

收稿日期: 2023-01-15

基金项目: 高光谱探测与辐射传输模型结合的油菜结角层 PAI 信息获取研究(cqaas2021jxjl17)

作者简介: 第一作者王克晓, 男, 硕士, 研究方向: 农业遥感; E-mail: 447215670@qq.com。通信作者周蕊, 女, 硕士, 研究方向: 农业信息化; E-mail: 12087836@qq.com。

Key words: datasets; rape pod; reflectance spectrum; biochemical composition index

数据库(集)基本信息汇总表

数据库(集)名称	不同成熟期油菜角果皮生化成分与反射光谱数据集
数据作者及分工	王克晓, 数据汇总、处理及论文撰写; 周蕊, 项目总体方案设计与组织实施; 李波, 田间作物种植管理与角果样本光谱采集
通信作者及邮箱	周蕊, E-mail: 12087836@qq.com
数据时间范围	2022 年 3—4 月
数据量	432KB
数据格式	RWorkspace(.RData)
数据服务系统网址	https://www.scidb.cn/s/iaYfae CSTR:17058.11.sciencedb.asadc.00005
基金项目	高光谱探测与辐射传输模型结合的油菜结角层 PAI 信息获取研究(cqaas2021jxjl17)
数据库(集)组成	数据集由 spec_lib_Q、spec_lib_S 和 spec_lib_Y 等 3 条数据构成, 分别表示庆油 3 号、蜀丰 6608 和晒滋圆 1 号 3 个品种对应数据, 每条数据包括角果光谱信息和角果皮生化成分指标含量两部分。

1 引言

近年来, 高光谱技术已经成为探测作物光谱特征差异的重要手段^[1], 也为无损探测作物器官生化成分含量提供了有效途径^[2]。Baret 等^[3]基于“平板模型”提出了叶片光学辐射传输物理模型 PROSPECT 模型, 建立了叶片色素、水分、结构参数等因素对叶片反射光谱的影响关系, 并可通过光谱反射信息定量估测叶片内部各种生化成分含量。雷祥祥等^[4]基于 PROSPECT 模型反演了蔬菜叶片叶绿素含量和 SPAD 值, 实现了植物叶片叶绿素含量的快速、无损与定量获取。程雪等^[5]通过 PROSPECT+SAIL 模型模拟玉米冠层反射率, 并结合相关性分析筛选对冠层叶面积指数 LAI 变化敏感的波段计算植被指数, 建立了玉米冠层长势参数 LAI 反演模型。但诸多研究中, 辐射传输 PROSPECT 模型却较少应用于油菜作物, 尤其是油菜角果生长期。油菜在我国粮油安全和国民经济中占据着非常重要的地位^[6-7]。国内针对油菜作物的高光谱研究工作主要集中在利用油菜各生育期叶片的高光谱数据, 模拟叶绿素含量或叶面积指数等长势监测指标方面, 如杨婧等^[8]研究了不同栽培条件下幼苗期、蕾薹期油菜叶片光谱与 SPAD 值的相关性, 并通过光谱指数建立了叶绿素含量估算模型; 赵赞忠等^[9]基于油菜特征光谱参数变化及与 LAI 值的相关性建立了油菜初薹、蕾薹高峰、初花冠层特征光谱参数与 LAI 值的线性模型和多项式模型。然而, 基于统计学经验模型在油菜成熟期角果叶绿素含量及其角果面积指数等长势指标中的研究相对较少。

本研究利用 ASD HandHeld 2 手持式地物光谱仪采集了 3 个不同品种的油菜角果在不同成熟期的非成像高光谱反射数据, 并检测了相应角果皮的叶绿素含量、类胡萝卜素含量及含水量等指标, 建立起了一套由油菜角果反射光谱与对应生化成分含量组成的数据集, 可为探索油菜角果皮生化成分与反射光谱之间的关系研究提供数据基础。

2 数据采集与处理方法

2.1 实验设计

选用同期播种的庆油 3 号、蜀丰 6608 和晒滋圆 1 号等 3 个品种为试验材料, 均以花后 12 d 左右为首次角果采样期, 具体采集时间分别为 2022 年 3 月 16 日(T1)、3 月 28 日(T2)、4 月 13 日(T3)和 4 月 25 日(T4), 一共 4 期, 对应成熟期分别为 I、II、III、IV(如图 1)。角果取样均在单品种试验样区随机选取, 并随即带回实验室进行光谱测量。每期单品种采集 10 个油菜角果, 共 30 个角果样本, 4 期共计 120 个角果样本。

2.2 角果高光谱反射数据获取与处理

角果高光谱数据利用美国 ASD 公司 HandHeld 2 地物光谱仪及其自带光源的叶片夹配合完成, 其光谱设备采集范围 325~1075 nm, 光谱采样设置间隔 1 nm。样本光谱采集前叶片夹先进行白板校正、优化, 后以黑板为背景逐个测定角果样本中间部位进行反射光谱获取。单个角果样本均获取 3 条光谱反射曲线, 取其平均后作为该样品的代表性光谱曲线, 并基于 R 语言 hsdar 包完成 Savitzky-Golay 滤波处理, 同时保留了信噪比较好的 450~950 nm 波段范围。

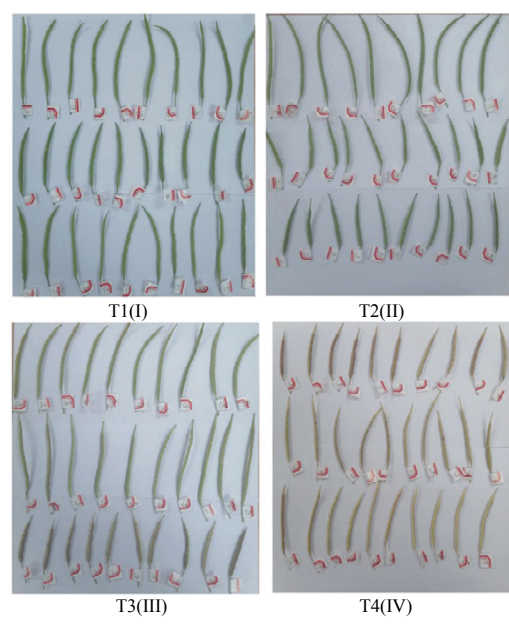


图 1 不同品种、不同成熟期油菜角果样本

Fig. 1 Collected rape silique samples of different varieties and maturity stages

2.3 角果皮生化成分指标数据获取

本研究将叶绿素含量(Cab)、类胡萝卜素含量(Car)和含水量(Cw)等 3 个与植物光合作用、氮素、胁迫、衰老等健康和生长状态密切相关的绿色器官生化性状指标作为油菜角果皮样本的生化成分测试指标^[10]。首先对角果样本进行剥皮、去籽，然后依据相关标准和技术方法对上述各项指标进行测试化验。其中，叶绿素含量和类胡萝卜素含量采用微量法测定，含水量采用直接干燥法测定。

3 数据样本描述

本数据集是以 R 语言集成开发环境 RStudio 为基础，基于高光谱数据管理、分析与模拟数据包 hsdar 建立的 Speclib 格式数据集。其中，spec_lib_Q 为庆油 3 号品种数据集名，包含 40 条样本数据的光谱反射值；光谱信息 spectra 中，spectra_ma 表示光谱点反射值，wavelength 代表波长范围从 450~950 nm 的 501 个反射波段；光谱补充信息(Supplementary information, SI)的 SI_data 信息中，包含 Cab、Car 和 Cw3 个条目，分别代表 40 个样本角果皮的叶绿素含量(mg/g)、类胡萝卜素含量(μg/g)和含水量(%); ID 表示样本编号，其标识中的 Q 表示庆油 3 号品种，数字表示样本批次及在该批次中的样本序号(如 Q10 表示庆油 3 号品种第 1 次采样(对应 T1)时的第 1 个角果样本，Q19 表示庆油 3 号品种第 1 次采样时的第 10 个角果样本，Q20 表示庆油 3 号品种第 2 次采样(对应 T2)时的第 1 个角果样本，以此类推……)，后缀.mn 表示为该样本的平均光谱曲线，其数据结构如图 2 所示。spec_lib_S 和 spec_lib_Y 分别表示蜀丰 6608 和 晒滋圆 1 号两个品种的数据集，其数据结构描述与 spec_lib_Q 一致。图 3 为庆油 3 号油菜角果在不同成熟期的样本光谱展示，可见不同成熟期油菜角果光谱反射不同。

4 数据质量控制与验证

为保证数据的准确和可靠性，在油菜角果样本确定、角果高光谱测量和角果皮生化成分测试等 3 个方面采取以下措施。

Name	Type	Value
spec_lib_Q	S4 [40 x 501] (hsdar::Speclib)	
spectra	S4 (hsdar::Spectra)	
fromRaster	logical [1]	FALSE
spectra_ma	double [40 x 501]	0.036 0.072 0.053 ...
spectra_ra		
wavelength	double [501]	450 451 452 ...
SI		
SI_data	list [3]	
Cab	double [40]	2.74 2.51 2.87 ...
Car	double [40]	42.5 37.7 41.9 ...
Cw	double [40]	12.5 13.0 13.0 ...
ID	character [40]	'Q10.mn' 'Q11.mn' 'Q12.mn' ...

图 2 庆油 3 号油菜角果数据集结构

Fig. 2 Structure of pod sample data set of Qingyou-3

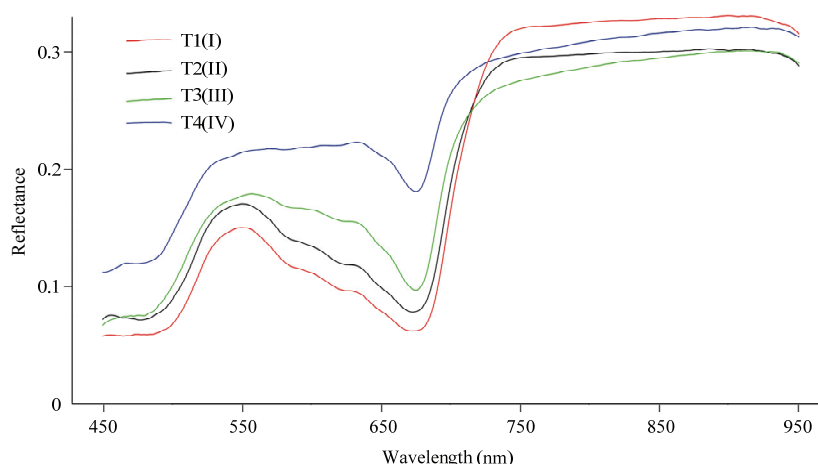


图3 庆油3号不同成熟期样本光谱展示

Fig. 3 Spectrum display of samples of Qingyou-3 in different maturity periods

(1)在油菜角果采样时,同一品种的采样批次中,选择角果整体色泽较为均匀,且单个角果各个部位色差较小的角果,以保证在通过叶片夹获取角果高光谱反射数据时光谱数据不会出现较大地波动。

(2)角果高光谱反射数据测量时,在白板校正、优化的基础上,以黑板为背景逐个测定角果样本中间部位进行反射光谱获取。单个角果样本均在不同部分获取3条光谱反射曲线,取其平均后作为该样品的代表性光谱曲线,并采用适当参数进行滤波平滑处理。

(3)在角果皮生化成分测试过程中,为保证角果指标数据的准确性,委托具有相关生理生化指标检测资质的专业机构对角果皮的叶绿素含量、类胡萝卜素含量及含水量等指标进行检测,各个指标检测过程均符合相关标准和试验要求。

5 数据价值与使用建议

不同品种、不同成熟期的油菜角果在生化成分、表观色泽等方面均会有所不同,分别主要体现在油菜角果皮的生化成分含量和光谱反射率上。本数据集中的油菜角果高光谱数据通过叶片夹获取,排除了较多环境因素的干扰。与之对应的样本角果皮生化成分含量由专业实验室检测测定获取。利用本数据集开展油菜角果皮生化成分与反射光谱的关系探索,包括基于光谱反射数据油菜角果皮生化成分含量估测和基于生化成分的油菜角果皮光谱模拟等研究。

数据作者分工职责

王克晓(1986—),男,河南平顶山人,硕士,助理研究员,主要从事农业遥感技术研究。主要承担工作:数据汇总、处理及论文撰写。

周蕊(1980—),女,山西临汾人,硕士,副研究员,主要从事农业信息化研究。主要承担工作:项目总体方案设计与组织实施。

李波(1985—),男,河南焦作人,硕士,助理研究员,主要从事农业科学数据管理研究。主要承担工作:田间作物种植管理与角果样本光谱采集。

参考文献

- [1] 张伟. 高光谱技术在农业遥感中的应用的研究进展[J]. 农业技术与装备, 2022 (5): 91-93.
Zhang W. Research progress of hyperspectral technology in agricultural remote sensing[J]. Agricultural Technology & Equipment, 2022 (5): 91-93.
- [2] 张明政, 苏伟, 朱德海. 基于 PROSAIL 模型的玉米冠层叶面积指数及叶片叶绿素含量反演方法研究[J]. 地理与地理信息科学, 2019, 35(5): 28-33.
Zhang M Z, Su W, Zhu D H. Retrieval of LAI and LCC in summer corn canopy based on the PROSAIL model using an improved inversion strategy[J]. Geography and Geo-Information Science, 2019, 35(5): 28-33.
- [3] Frédéric Baret, Vern C Vanderbilt, Michael D Steven, et al. Use of

- spectral analogy to evaluate canopy reflectance sensitivity to leaf optical properties[J]. *Remote Sensing of Environment*, 1994, 48(2): 253-260.
- [4] 雷祥祥, 赵静, 刘厚诚, 等. 基于 PROSPECT 模型的蔬菜叶片叶绿素含量和 SPAD 值反演[J]. *光谱学与光谱分析*, 2019, 39(10): 3256-3260.
- Lei X X, Zhao J, Liu H C, et al. Inversion of chlorophyll content and SPAD value of vegetable leaves based on PROSPECT model[J]. *Spectroscopy and Spectral Analysis*, 2019, 39(10): 3256-3260.
- [5] 程雪, 贺炳彦, 黄耀欢, 等. 基于无人机高光谱数据的玉米叶面积指数估算[J]. *遥感技术与应用*, 2019, 34(4): 775-784.
- Cheng X, He B Y, Huang Y H, et al. Estimation of corn leaf area index based on UAV hyperspectral image[J]. *Remote Sensing Technology and Application*, 2019, 34(4): 775-784.
- [6] 王汉中. 以新需求为导向的油菜产业发展战略[J]. *中国油料作物学报*, 2018, 40(5): 613-617.
- Wang H Z. New-demand oriented oilseed rape industry developing strategy[J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2018, 40(5): 613-617.
- [7] 刘成, 冯中朝, 肖唐华, 等. 我国油菜产业发展现状、潜力及对策[J]. *中国油料作物学报*, 2019, 41(4): 485-489.
- Liu C, Feng Z C, Xiao T H, et al. Development, potential and adaptation of Chinese rapeseed industry[J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2019, 41(4): 485-489.
- [8] 杨婧, 廖桂平, 刘凡, 等. 基于高光谱成像技术的油菜叶片叶绿素含量预测[J]. *中国农业科技导报*, 2020, 22(5): 86-96.
- Yang J, Liao G P, Liu F, et al. Prediction of chlorophyll content of rape leaves with hyperspectral imaging technology[J]. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2020, 22 (5): 86-96.
- [9] 赵赞忠. 油菜冠层特征光谱参数及其叶面积指数估测研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2018.
- Zhao Z Z. Study on estimation model between rapeseed's canopy spectral parameters and leaf area index[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2018.
- [10] 何友铸. 油菜生理生化参数、油菜籽含油量与冠层反射光谱的定量关系[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2015.
- He Y Z. Quantitative relationship between canopy reflectance spectrum and physiological and biochemical parameters of rapeseed, oil content of rapeseed[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2015.

引用数据

- [1] 王克晓, 周蕊, 李波. 不同成熟期油菜角果皮生化成分与反射光谱数据集[DB/OL]. 国家农业科学数据中心. DOI: <https://doi.org/10.57760/sciencedb.asadc.00005>.
- Wang K X, Zhou R, Li B. Biochemistry Indexes and Reflectance Spectra Datasets of Rape Pod Pericarp at Different Maturities [DB/OL]. National Agriculture Science Data Center. DOI: <https://doi.org/10.57760/sciencedb.asadc.00005>.