

Vývoj rychlých metod odhadu kvality částic škrobu z různých druhů obilnin pro zemědělství a potravinářství

Development of rapid methods for assessing the quality of starch particles from various cereal species for purposes of agricultural and food industry

Stručná zpráva o výsledcích řešení projektu INCO COPERNICUS IC15-CT- 980909 (PL 979070)
Brief report on the results of the project solution INCO COPERNICUS IC15-CT- 980909 (PL 979070)

Koordinátor / Coordinator

WAHLUND, K. G., Lund University, Sweden

Účastníci / Contractors

CARDOT, P., Université de Limoges, France
DONDI, F., Università degli Studi di Ferrara, Italy
KARAISKAKIS, G., University of Patras, Greece
PSOTA, V., Research Institute of Brewing and Malting, Brno, Czech Republic

Vědecký koordinátor / Scientific coordinator

CHMELÍK, J., Institute of Analytical Chemistry Brno, Czech Republic

RESCHIGLIAN, P., Università degli Studi di Bologna, Italy
SEMENOV, S., Institute of Biochemical Physics, Moscow, Russian Federation

Technologický problém

V obilních ječmene se škrob vyskytuje v podobě velkých (typ A 8–30 μm) a malých (typ B 2–8 μm) zrn. Během technologického procesu při výrobě piva je většina zrn škrobu rozložena na zkvasitelné cukry, které jsou kvasinkami přeměněny na alkohol. Předpokládá se však, že část malých škrobových zrn, díky své kompaktnosti, zůstává pro enzymatický rozklad nedostupných. Kromě ztráty na výtěžnosti při produkci alkoholu mohou tyto kulovité částice způsobit další technologické problémy (např. zákal, zhoršená filtrovatelnost). Je proto v zájmu pivovarsko-sladařského průmyslu najít odrůdy ječmene, které produkují nižší množství malých škrobových zrn a zároveň mají konstantní poměr malých a velkých škrobových zrn. Tento poměr může záviset na mnoha faktorech (odrůda, agroekologické podmínky apod.). Pro studium funkce těchto faktorů je třeba vyvinout metody schopné měřit množství velkých a malých škrobových zrn.

Výsledky

V projektu spojilo své zkušenosti s metodami separace částic odlišných velikostí a s metodami určování velikosti částic (velikost μm) několik vědeckých týmů. Hlavními technikami byly různé metody FFF („field-flow fractionation“) pro separaci částic v analytickém měřítku a SPLITT („split-flow thin fractionation“) metoda pro kontinuální preparaci částic podle velikosti. Významný pokrok byl dále učiněn ve využití různých detektorů (turbidimetrického, flow cytometrického), které umožnily sběr kvalitativních a kvantitativních dat charakteristických pro škrobová zrna. Dnes je možné provést kvantitativní měření distribuce velikosti zrn ve vzorku během několika minut.

V průběhu řešení projektu byly získány nové metody a zdokonaleny znalosti o postupu analytické separace částic podle velikosti a o kvantitativním měření distribuce škrobových zrn podle velikosti. Levná technika GFFF (gravitation field-flow fractionation – princip metody: dělení částic o velikosti 1–100 μm v průtokovém kanálu pomocí hydrodynamických a gravitačních sil) zapojená ke standardní UV-Vis detekci byla úspěšně aplikována při vyhodnocení kvality distribuce velikosti škrobových zrn z různých odrůd ječmene. To umožnilo určení odrůdy ječmene s nejlepším poměrem mezi velkými a malými škrobovými zrny. Kontinuální preparativní frakcionace nazvaná SPLITT (princip metody: dělení částic je založeno na rychlosti jejich sedimentace v průtokovém kanálu, na jehož konci jsou v různých polohách umístěny kapiláry, kterými jsou kontinuálně odebírány částice se stejnou sedimentační rychlostí) jasně prokázala svou výbornou schopnost izolovat frakce různě velkých škrobových zrn ječmene pro další zkoumání.

Výzkum přispěl k lepšímu chápání některých vlastností obilí ječmene ve vztahu k jejich technologickému využití. Z dosažených výsledků je zřejmé, že distribuce velikosti škrobových zrn je silně ovlivněna odrůdou ječmene a pouze v menší míře je ovlivněna pěstební lokalitou a počasím.

Technological problem

In barley caryopses starch occurs in the form of large (type A 8–30 μm) and small (type B 2–8 μm) granules. Most starch granules are decomposed to fermentable sugars that are converted to alcohol by yeasts during the technological process at the beer production. It is supposed that a part of small starch granules due to their compactness remains inaccessible to enzymatic degradation. Besides the reduced yield at the alcohol production, these globular particles can cause further technological problems (for example turbidity, impaired filterability). Therefore it would be beneficial for the brewing and malting industry to find barley varieties producing a lower amount of small starch granules and at the same time having a constant small and large starch granule ratio. This ratio can depend on many factors (variety, agro-ecological conditions and so on). For study of these factor functions, it is necessary to develop methods capable to measure the amount of large and small starch granules.

Results

Several research teams have combined their experience in separation methods of particles having different sizes (size in μm) and in particle size-determination methods in the project. Various FFF methods („field-flow fractionation“) for separation of particles on the analytical scale and the SPLITT („split-flow thin fractionation“) method for continuous preparation of particles according to the size were the main techniques. Significant progress has been also achieved in utilization of various detectors (turbidimetric, flow cytometric) that would enable collection of qualitative and quantitative data characteristic for the starch granules. Today it is possible to carry out quantitative measurement of the granule size distribution in a sample in a few minutes.

New methods have been developed and knowledge on the analytical separation of particles according to their size and on the quantitative measurement of the starch granule size distribution have been perfected in the course of the project solution. The cheap GFFF technique (gravitation field-flow fractionation – principle of the method: fractionation of particles 1–100 μm -sized in a flow channel by hydrodynamic and gravitational forces) coupled to standard UV-Vis detection was successfully applied for evaluation of the quality of starch granule size distribution from various barley varieties. This enabled to determine the barley variety with the best ratio of large and small starch granules. The continuous preparative fractionation called SPLITT (principle of the method: fractionation of particles is based on their sedimentation rate in a flow channel at its end several capillaries are located in various positions, which enables continuous collection of particles with the same sedimentation rate) clearly proved its excellent capacity to isolate the fractions of barley starch granules with different size for further research.

Research has contributed to better understanding some characters of barley caryopses in relation to their technological utilization. The achieved results indicate that the starch granule size distribution is strongly affected by the barley variety but the locality and weather influence it only to a smaller extent.