

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202392107** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2023.09.28**

(22) Дата подачи заявки  
**2022.02.16**

(51) Int. Cl. **G01N 21/31** (2006.01)  
**A01D 33/08** (2006.01)  
**A01D 41/127** (2006.01)  
**C13B 5/06** (2011.01)  
**G01N 21/85** (2006.01)  
**G01N 21/84** (2006.01)  
**G01N 21/94** (2006.01)  
**G01N 21/359** (2014.01)  
**G01N 21/65** (2006.01)  
**G01N 21/71** (2006.01)  
**G01N 21/64** (2006.01)

(54) **СПОСОБЫ АНАЛИЗА РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА И ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ В РАСТИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛЕ**

(31) **21157702.8; 21157707.7; 21201107.6**

(32) **2021.02.17; 2021.02.17; 2021.10.06**

(33) **EP**

(86) **PCT/EP2022/053786**

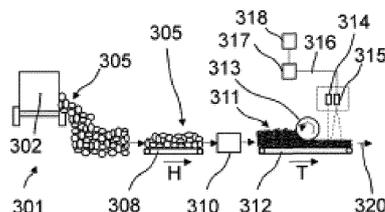
(87) **WO 2022/175309 2022.08.25**

(71) Заявитель:  
**КВС ЗААТ СЕ & КО. КГАА (DE)**

(72) Изобретатель:  
**Хилшер Эльке, Нартен Хейко,  
Мельдау Стефан (DE)**

(74) Представитель:  
**Зуйков С.А. (RU)**

(57) Изобретение относится к способу анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, в частности растительный материал, загрязненный почвой. Кроме того, изобретение относится к способу формирования первых калибровочных данных для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, и блок системы анализа для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей. Кроме того, изобретение относится к системе для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, заводу по производству сахара, и применению блока системы анализа на заводе по производству сахара. Кроме того, изобретение относится к способу определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара. Кроме того, изобретение относится к системе для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы и к заводу по производству сахара. Кроме того, изобретение относится к способу формирования калибровочных данных для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы и к применению блока системы анализа и/или системы, и/или способа. Кроме того, изобретение относится к способу обнаружения болезней растений в растительном материале и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале, блоку системы анализа для обнаружения болезней растений в растительном материале, системе для обнаружения болезней растений в растительном материале и блоку управления для управления блоком системы анализа и/или для приема данных из блока системы анализа.



**A1**

**202392107**

**202392107**

**A1**

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### СПОСОБЫ АНАЛИЗА РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА И ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ В РАСТИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛЕ

Изобретение относится к способу анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, способу формирования первых калибровочных данных для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, и блоку системы анализа для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей. Кроме того, изобретение относится к системе для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, заводу по производству сахара и применению блока системы анализа на заводе по производству сахара.

В пищевой промышленности, типичный растительный материал, например, корнеплоды, в частности, сахарная свекла, подается на производственное предприятие, например, завод по производству сахара. Клубни сахарной свеклы обычно применяются для производства сахара на заводах по производству сахара. Клубни сахарной свеклы извлекают из земли и либо поставляют непосредственно на завод по производству сахара, либо сохраняют на месте для поставки впоследствии на завод по производству сахара. Когда сахарную свеклу поставляют на завод по производству сахара, определяют, так называемую, загрязненность, которая представляет собой количество налипшей земли, (которая также называется налипшей землей или землей с отбросами), содержащей, например, почву, которая налипает на клубни сахарной свеклы, крупные комья, листовые обрезки, сорняки, несвязанную почву, камни и любой другой материал, который захвачен с клубнями сахарной свеклы. Сахарную свеклу поставляют грузовыми автомобилями в приемные пункты, где грузовые автомобили с сахарной свеклой взвешивают. Клубни сахарной свеклы перегружаются на ряд валиков с захватами. Валики с захватами истирают и захватывают значительную часть ботвы, сорняков и грязи, которая прилипает к клубням сахарной свеклы после уборки. Налипшая земля часто называется землей с отбросами или налипшей почвой (как описано, например, в публикации Vermeulen, G.D: «Reduction of soil tare by improving uprooting of sugar beet, a soil dynamic approach»; Dissertation Wageningen University 2001) и может быть выражена в процентах от общей массы сахарной свеклы и налипшей земли (т.е. как общая загрязненность налипшей землей) или в процентах от массы очищенных клубней сахарной свеклы (т.е. за вычетом налипшей земли). Относительную массу земли с отбросами обычно называют налипшей землей и выражают в процентах от общей массы сахарной свеклы и налипшей земли (общая загрязненность налипшей землей) или от массы очищенных клубней сахарной свеклы (за вычетом налипшей земли). При определении в тоннах веса сахарной свеклы, которая принимается на приемном пункте,

грузовой автомобиль можно взвешивать с полной загрузкой при поступлении и затем взвешивать пустым после разгрузки поставленного груза.

Термины нежелательный материал, земля с отбросами и налипшая земля применяются как синонимы в настоящей заявке.

Для определения количества налипшей земли, поставленную сахарную свеклу или часть поставленной сахарной свеклы, например, в пределах от 20 мас.% до 25 масс.% от поставленной сахарной свеклы, взвешивают и берут на пробу. Сначала пробу взвешивают, и затем клубни сахарной свеклы промывают и очищают. При этом обычно необходимо, чтобы материал удаляли вручную. Затем очищенную пробу взвешивают, и процентное содержание по массе налипшей земли (% отбросов) вычисляют путем определения разности между массой неочищенной пробы (W1) и массой очищенной пробы (W2) и деления данной разности на массу неочищенной пробы (W1). Результат данного вычисления, выраженный в процентах, часто называется «процентным содержанием отбросов», которое равно процентному отношению массы налипшей земли к массе всего поставленного груза, содержащего растительный материал и налипшую землю. Уравнение вышеописанного вычисления можно записать следующим образом:

$$\% \text{ отбросов} = ([W1 - W2] / W1) \times 100$$

В 800-страничном руководстве «Beet-Sugar Handbook», Mosen Asadi, John Wiley & Sons, 23.06.2006, стр. 94-96, описано, что брутто-вес клубней (вес клубней сахарной свеклы и отбросов) равен весу загруженного транспортного средства (весу на входе) за вычетом веса незагруженного транспортного средства (веса на выходе).

$$\text{Брутто-вес} = \text{Вес на входе} - \text{Вес на выходе}$$

И все отбросы для конкретного овощевода в течение каждого дня можно усреднять и распространять на брутто-вес сахарной свеклы, чтобы вычислять нетто-вес сахарной свеклы

$$\text{Нетто-вес} = (\text{Брутто-вес}) \times (100 - \% \text{ отбросов}) / 100$$

При известном процентном содержании отбросов, можно определить нетто-массу поставленной сахарной свеклы. Оплату поставщику можно производить по нетто-массе. Обычно, оплата за поставку рассчитывается с учетом найденного процентного содержания по массе налипшей земли и, предпочтительно, другим параметрам, таким как содержание сахара в сахарной свекле.

Однако существующие решения имеют недостаток в том, что определение процентного содержания по массе налипшей земли требует значительного количества оборудования для взвешивания и/или отбора проб, и/или подготовки, в частности, очистки, ручного удаления нежелательного материала и сушки, поставленного растительного материала. Кроме того, в ходе этих процессов требуются большие объемы воды, например, может потребоваться 600-1000 галлонов (2,271-3,785 куб. м) воды в минуты на один моечный аппарат, и большое число лабораторий обслуживают группу линий, при этом каждая линия содержит моечный аппарат. Таким образом, сложная задача для большинства лабораторий состоит в том, что они сначала должны получать

большой объем воды, которая должна быть относительно чистой, и которая должна подаваться из стабильного источника. Кроме того, следует обеспечить возможность утилизации воды, которая обычно содержит грязь и другие примеси, вследствие чего обычно требуется, чтобы производилась очистка воды. Кроме того, определение процентного содержания по массе является относительно длительным и трудоемким процессом. Следовательно, определение процентного содержания массы налипшей земли стоит сравнительно дорого.

Целью настоящего изобретения является создание усовершенствованного способа анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, и/или создание усовершенствованного способа формирования калибровочных данных для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, и/или создание усовершенствованного блока системы анализа и/или усовершенствованной системы для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей. В частности, целью настоящего изобретения является создание решения для надежного определения количества налипшей земли и/или надежного определения компонентов налипшей земли.

Кроме того, изобретение относится к способу определения компонентов в процессе промышленной переработки сахарной свеклы на производственном предприятии, системе для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, заводу по производству сахара и способу формирования калибровочных данных для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара. Кроме того, изобретение относится к применению блока системы анализа на заводе по производству сахара и/или применению системы для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, и/или применению способа определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара.

Сахарная свекла обычно используется для производства сахара на заводах по производству сахара. В процессе производства сахара, который состоит из группы этапов, сахар выделяется из сахарной свеклы. Существующие решения, в частности, для выделения сахара из сахарной свеклы, описаны, например, в документах US 7,695,566 B2, US 8,328,948 B2, US 8,691,306 B2, US 2020/0208227 A1, и WO 2004/055219 A1.

Для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы и для контроля качества сахарной свеклы, принимаемой на заводе по производству сахара, обычно анализируют сокращенную пробу поставленной сахарной свеклы. Поэтому обычно применяют машину для резки сахарной свеклы, например, такую, которая описана в патенте DE 2611636 B1, с помощью которой из клубней сахарной свеклы можно приготовить мелкодисперсную и гомогенную свекловичную пульпу. Свекловичную пульпу экстрагируют посредством раствора сульфата алюминия или ацетата свинца или воды, затем анализируют посредством проведения измерений такими методами, как поляриметрия, эмиссионная фотометрия, флуориметрический метод с использованием о-фталальдегида (OPA), метод с

использованием реагента меди, и метод с использованием биодатчика на основе иммобилизованного фермента или другие измерения.

Определение компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара и контроль качества сахарной свеклы является относительно длительным, а также трудоемким и затратным процессом. Кроме того, только небольшая доля сахарной свеклы, принимаемой на заводе по производству сахара, анализируется с целью контроля качества. Из свекловичной пульпы для определения компонентов обычно используется только проба 0,3-2 масс.%, например, 26 г свекловичной пульпы. Необходимо выполнить много технологических этапов от отбора проб до анализа, и эти этапы влияют на точность результатов анализа и потому являются лишь ограниченно репрезентативными. В результате такого нерепрезентативного отбора и анализа проб могут иметь место значительные искажения анализа компонентов и, следовательно, его ненадежность, что приводит к субоптимальному производству сахара из сахарной свеклы.

Дополнительной целью настоящего изобретения является создание усовершенствованного способа определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара и/или создание усовершенствованного способа формирования калибровочных данных для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, и/или создание усовершенствованной системы для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, и/или создание усовершенствованного завода по производству сахара. В частности, целью настоящего изобретения является создание решения для усовершенствования контроля качества сахарной свеклы в процессе производства сахара и для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара.

Изобретение дополнительно относится к способу обнаружения болезней растений в растительном материале и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды в растительном материале, блоку системы анализа для обнаружения болезней растений в растительном материале, системе для обнаружения болезней растений в растительном материале, и блок управления для управления блоком системы анализа и/или для приема данных из блока системы анализа.

В ходе селекции, полевых опытов и/или в отраслях промышленности по переработке растений, например, сахарной промышленности, в растительном материале, используемом при этом, могут возникать болезни растений. Заражение растительного материала болезнями растений обычно причиняет вред, так как болезни растений могут значительно изменять свойства растительного материала. Многие биотические агенты, такие как вирусы, грибы, бактерии, нематоды, насекомые, моллюски, млекопитающие животные, членистоногие, могут вызывать нарушение баланса физиологии жизненно важных частей растительного материала. Упомянутые биотические агенты могут поражать ткань растительного материала и вызывать химические изменения системных тканей, которые непосредственно не поражаются. Например, заражение листьев кукурузы грибами может вызывать физиологические изменения корня растительного материала,

даже если корни растительного материала не заражены (Balmer et al, *The Plant Journal* (2013) 74, 213-225). Кроме того, заражение листьев вредителями может вызывать изменения корневых метаболитов чайных кустов (Yang et al. *J. Agric. Food Chem.* 2019, 67, 19, 5465-5476). Кроме того, разные вредители листьев негативно влияют на метаболические реакции в корнях саженцев капусты (Karssemeijer et al, *Plant Cell Environ.* 2020; 43:775-786.). Бурая гниль корнеплодов сахарной свеклы, вызываемая передающимися через почву грибами *Rhizoctonia solani*, влияет на качество компонентов в клубнях сахарной свеклы. Заражение *R. solani* приводило к резкому снижению содержания таких сахаров как глюкоза и фруктоза. Мелассогенные компоненты, такие как натрий и амино-азот, показывали минимальную реакцию или полное отсутствие реакции на заражение вредителями, тогда как содержание калия повышалось с усилением тяжести болезни (J. Buddemeyer; B. Märlander; *Journal of Plant Diseases and Protection* Vol. 112, No. 2; 105-117; 2005). Эти примеры показывают, что химические изменения можно измерять по всему растительному материалу после заражения локальных тканей. Как паразитарные, так и непаразитарные болезни причиняют большой вред и характеризуются увяданием, паршой, плесневыми покрытиями, поражениями ржавчиной и пятнистостью, отверстиями и гнилой тканью.

На уровне растения в целом, все стрессовые условия, такие как стресс, вызванный засухой, тепловой стресс, стресс, вызванный засолением, обычно ощущаются в форме ослабления фотосинтеза и роста. Растения обладают несколькими развитыми приспособительными механизмами, которые позволяют фотохимической и биохимической системе справляться с негативными изменениями окружающей среды. (I. Yordanov; V. Velikova; T. Tsonev; *Plant response to drought, acclimation, и stress tolerance; Photosynthetica* 38(1); 171-186; 2000).

Реакция генотипов сахарной свеклы на стресс, вызванный засухой и недостаточностью питательных веществ, включала в себя RWC (относительное влагосодержание) листьев, накопление глицинбетаина, изменение соотношения подземной и надземной частей растения и образование мочковатых корней (B. Shaw, T.H. Thomas; D.T. Cooke; *Responses of sugar beet (Beta vulgaris L.) to drought and nutrient deficiency stress; Plant Growth Regulation* (37) 77-83, 2002).

Определение болезней растений в растительном материале является относительно длительным, а также трудоемким и затратным процессом. Кроме того, обычно только небольшая доля растительного материала анализируется для определения, присутствуют ли болезни растений в растительном материале. Однако, если только части растительного материала поражены болезнями растений, то такие инфекции растений можно просмотреть, что приводит к ненадежности обнаружения болезней растений.

Дополнительной целью настоящего изобретения является создание усовершенствованного способа обнаружения болезней растений в растительном материале и/или создание усовершенствованного блока системы анализа для обнаружения болезней растений в растительном материале, и/или создание усовершенствованной

системы для обнаружения болезней растений в растительном материале, и/или создание усовершенствованного блока управления для управления блоком системы анализа и/или для приема данных из блока системы анализа. В частности, целью настоящего изобретения является создание решения для надежного и автоматизированного обнаружения болезней растений в растительном материале.

В соответствии с первым аспектом предлагается способ анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, содержащий этап приемки пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, этап излучения электромагнитных волн в направлении пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, этап приема электромагнитных волн, отраженных от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, этап обработки электромагнитных волн посредством блока системы анализа, этап определения процентного содержания по массе целевого растительного материала и/или процентного содержания по массе налипшей земли и/или компонентов налипшей земли.

Этапы способа предпочтительно выполняются в перечисленном порядке, в частности, один за другим. Однако, способ можно также выполнять в порядке, который отклоняется от перечисленного порядка.

В настоящем случае, термин проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал с налипшей на него землей, применяется как синоним термина проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей. Это определение предпочтительно понимается как целевой растительный материал вместе с налипшей землей. Можно понять, что проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал с налипшей на него землей или содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно является непосредственно убранным растительным материалом, в частности, в состоянии, в котором он поставляется на завод по производству сахара. В частности, можно понимать, что проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал с налипшей на него землей или содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, является убранным растительным материалом, который очищен не полностью очищен. Проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал с налипшей на него землей или содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, содержит целевой растительный материал и налипшую землю. Выражение земля с отбросами, применяемое в настоящей заявке, в частности, относится к наличию налипшей земли.

Налипшая земля предпочтительно понимается как материал, который не желателен в процессе производства, например, в процессе производства сахара. Налипшая земля или нежелательный материал предпочтительно содержит что-то одно или более из следующей

группы: почву, которая сцепляется с целевым растительным материалом, крупные комья, листовые обрезки, сорняки, несвязанную почву, камни и любой другой материал, который захвачен с целевым растительным материалом.

Целевой растительный материал может представлять собой корнеплоды и/или клубнеплоды, в частности, вида *Beta vulgaris* (свекла столовая) и/или *Solanum tuberosum* (картофель). Под целевым растительным материалом предпочтительно понимается часть или части растительного материала, который(ые) требуется(ются) для переработки, например, экстрагирования сахара, в процессе производства, в частности, целевым растительным материалом в процессе производства сахара может быть сахарная свекла без ботвы. Растительный материал может быть, например, корнеплодами и/или клубнеплодами, в частности, видов *Beta vulgaris* и/или *Solanum tuberosum*. Предпочтительно, растительный материал содержит или представляет собой что-то одно или более из следующей группы: сахарная свекла, мангольд, свекла листовая, свекла обыкновенная, свекла кормовая или картофель. В настоящей заявке, целевой материал понимается как целевой растительный материал.

Этап приемки пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно выполняется посредством приемки грузовика проб сельскохозяйственной культуры, содержащих целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, и/или контейнера проб сельскохозяйственной культуры, содержащих целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, и/или товарного вагона проб сельскохозяйственной культуры, содержащих целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей. Спектроскопический анализ налипшей земли предпочтительно происходит в приемной секции завода по производству сахара.

В предпочтительном варианте электромагнитные волны, которые излучаются в направлении пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, находятся в пределах инфракрасной области спектра, в частности, в ближней инфракрасной области спектра и/или в видимой области спектра, и/или в ультрафиолетовой области спектра. Электромагнитные волны предпочтительно содержат по меньшей мере одну длину волны, при этом длина волны электромагнитных волн находится в диапазоне от 170 нм до 1000000 нм, в частности, в диапазоне от 750 нм до 2500 нм, предпочтительно в диапазоне от 780 нм до 1800 нм. Спектральный сигнал предпочтительно преобразуется посредством метода спектроскопии, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS) и/или спектроскопии в средней инфракрасной области спектра, и/или спектроскопии в дальней инфракрасной области спектра, и/или терагерцевой спектроскопии, и/или спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой областях спектра (UV-Vis), и/или спектроскопии комбинационного рассеяния, и/или спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS), и/или изображений, а также гиперспектральных изображений, и/или комбинации изображений и/или гиперспектральных изображений с методами

спектроскопии, и/или комбинаций разных спектроскопических методов.

Принятые электромагнитные волны предпочтительно преобразуются в спектральный сигнал, при этом спектральный сигнал формируется в зависимости от принятых электромагнитных волн.

В предпочтительном варианте электромагнитные волны отражаются от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, и отраженные электромагнитные волны принимаются, в частности, датчиком, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн. Электромагнитные волны предпочтительно отражаются от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, или ее части. Электромагнитные волны могут также, по меньшей мере частично, пропускаться сквозь растительный материал, и электромагнитные волны могут приниматься, в частности, датчиком, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн. Электромагнитные волны предпочтительно могут пропускаться сквозь растительный материал или сквозь его часть.

Блок системы анализа предпочтительно выполнен с возможностью обработки спектрального сигнала. Предпочтительно, этап обработки электромагнитных волн содержит преобразование принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, при этом спектральный сигнал формируется в зависимости от принятых электромагнитных волн.

В предпочтительном варианте способ содержит обработку спектрального сигнала для определения процентного содержания по массе целевого растительного материала и/или для определения процентного содержания по массе налипшей земли.

Процентное содержание по массе налипшей земли предпочтительно можно прогнозировать по спектральному сигналу, в частности, по информации в спектральном сигнале, в частности, с учетом калибровочных данных.

Характеристики пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, можно, в частности, понимать как любые свойства пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей. В частности, можно понимать, что характеристики пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, содержат процентное содержание по массе целевого растительного материала и/или процентное содержание по массе налипшей земли и/или компонентов налипшей земли.

Первое преимущество состоит в том, что прогнозирование процентного содержания по массе налипшей земли может быть относительно точным, и потому процентное содержание по массе можно определять посредством спектроскопии и предпочтительно RGB (цветных) изображений. Таким образом, процесс определения процентного содержания по массе может быть автоматизирован, при этом для определения процентного содержания по массе требуется меньше трудозатрат.

Кроме того, при известных процессах определения процентного содержания по массе налипшей земли необходимо лабораторное и взвешивающее оборудование. Преимущество способа, описанного в настоящей заявке, состоит в том, что требуется меньше оборудования и меньше рабочей площади, по сравнению с традиционными способами для определения процентного содержания по массе налипшей земли.

Другое преимущество состоит в том, что для определения процентного содержания по массе налипшей земли требуется меньше воды, по сравнению с традиционными способами для определения процентного содержания по массе налипшей земли.

Другое преимущество состоит в том, что, с применением способа можно получать более надежные результаты, так как ошибки человека можно минимизировать благодаря уменьшению числа выполняемых вручную этапов способа, описанного в настоящей заявке, по сравнению с традиционными способами.

Кроме того, существует преимущество в том, что способ можно реализовать в процессе производства сахара, в частности, на заводе по производству сахара, без необходимости приостанавливать процесс производства сахара. В частности, при использовании способа можно проводить спектроскопические измерения и/или снимать изображения пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, которая движется на транспортной ленте. Таким образом, способ можно выполнять как непрерывный процесс. Следовательно, способ может экономить время и быть более экономичным по сравнению с традиционными способами.

Другое преимущество состоит в том, что данным способом можно исследовать не только пробы, отбираемые с перерывами, как в случае традиционных способов, но также можно непрерывно выполнять способ и, следовательно, анализировать по меньшей мере, некоторые или все части поставленной пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, что может приводить к более репрезентативному взятию проб. Таким образом, при использовании описанного способа можно обеспечить более надежное и более точное определение процентного содержания по массе налипшей земли.

В предпочтительном варианте электромагнитные волны отражаются от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, которая располагается на транспортировочном устройстве, таком как транспортная лента, и отраженные электромагнитные волны принимаются, в частности, датчиком, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн. Электромагнитные волны предпочтительно непрерывно отражаются от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей.

Другое преимущество состоит в том, что с применением способа можно анализировать налипшую землю. Способ может содержать этап обработки спектрального сигнала для определения компонентов налипшей земли. Посредством определения

компонентов налипшей земли можно получать ценную информацию, касающуюся налипшей земли.

Например, можно получать информацию относительно макро- и микроудобрений в почве, составляющей часть налипшей земли. В почве естественно присутствует большое число элементов, однако сейчас известно, что 17 элементов важны для надлежащего роста и развития сельскохозяйственных культур. Азот (N), фосфор (P), калий (K), кальций, сера (S) и магний (Mg) известны как макроудобрения (потребные в сравнительно больших количествах), а железо (Fe), цинк (Zn), медь (Cu), бор (B), марганец (Mn), молибден (Mo), хлор (Cl) и другие являются микроудобрениями (потребные в меньшем количестве) для роста и развития сельскохозяйственных культур. Эту информацию можно использовать для определения качества почвы, с которой убрана проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей. На основании данной информации можно принимать дальнейшие решения по ведению сельского хозяйства, касающиеся поля, с которого убран растительный материал. Почвы могут характеризоваться неравномерным распределением химических, физических и биологических свойств почвы. Следовательно, информация о компонентах в почве может быть особенно ценной.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, обработка электромагнитных волн проводится методом спектроскопии, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области, и предпочтительно методом цифрового анализа изображений, в частности, цветных (RGB) изображений и/или методом формирования гиперспектральных изображений, для определения процентного содержания по массе целевого растительного материала и/или процентного содержания по массе налипшей земли.

В предпочтительном варианте осуществления спектроскопия в ближней инфракрасной области применяется для определения процентного содержания по массе целевого растительного материала и/или процентного содержания по массе налипшей земли. В частности, не исключено, что процентное содержание по массе налипшей земли и/или процентное содержание по массе целевого материала можно определять только методом спектроскопии в ближней инфракрасной области. Однако, кроме того можно предпочесть применение дополнительных способов анализа.

Предпочтительно, изображения, в частности, цветные изображения, проб сельскохозяйственной культуры, содержащих целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, снимают после или позади сенсорной головки спектроскопического устройства, которое представляет собой предпочтительно устройство для спектроскопии в ближней инфракрасной области. Таким образом, пробу сельскохозяйственной культуры, содержащую целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, можно анализировать посредством цветных изображений. Съемку RGB изображений и проведение анализа методом спектроскопии в ближней инфракрасной области можно выполнять одновременно.

Пробу сельскохозяйственной культуры, содержащую целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно освещают светом для устранения по меньшей мере части, в частности, большей части теней, и камера снимает по меньшей мере одно изображение, предпочтительно группа изображений, пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей. Снятые изображения можно фильтровать, чтобы обеспечить возможность различия между целевым растительным материалом и налипшей землей. Фильтр может быть настроен для обучения опознаванию, что является либо целевым материалом, либо налипшей землей. Такой фильтр может быть также настроен на определение конкретных частей в налипшей земле, например, ботвы сахарной свеклы. Тем самым можно также определять относительное содержание конкретных частей в налипшей земле.

Процентное содержание по массе налипшей земли и процентное содержание по массе целевого материала предпочтительно составляют в сумме 100%. Если процентное содержание по массе налипшей земли известно, то можно вычислить процентное содержание по массе целевого материала, и наоборот.

Нетто-массу целевого материала можно вычислять по процентному содержанию по массе целевого материала и массе пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей. Не исключается также, что нетто-массу целевого материала можно вычислять по процентному содержанию по массе налипшей земли и массе пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей.

Обработка электромагнитных волн предпочтительно проводится методом спектроскопии, в частности, методом спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS), и предпочтительно по меньшей мере одним другим аналитическим методом, для определения компонентов налипшей земли.

В предпочтительном варианте, другие аналитические методы представляют собой по меньшей мере какой-то один из следующей группы: спектроскопия, в частности, спектроскопия в ближней инфракрасной области, цифровой анализ изображений, в частности, цветных (RGB) изображений или формирование гиперспектральных изображений.

В настоящей заявке, определение компонентов налипшей земли можно, в частности, понимать как определение параметров налипшей земли, в частности, химических параметров почвы.

Такие химические параметры почвы предпочтительно включают в себя общее содержание основных питательных веществ, таких как, например, калий, магний, кальций, азот и фосфор, и/или общее содержание микроудобрений, таких как, например, железо и марганец, и/или доступность для растений этих питательных веществ, и/или гумусность и/или уровень pH почвы.

Спектроскопия возбуждения лазерным пробоем (LIBS) может считаться методом

оптической эмиссионной спектроскопии, при котором предпочтительно интенсивный импульс лазерного излучения, обычно наносекундной длительности, фокусируется на пробу, с поверхности которой он уносит материал и создает микроплазму. Плазма, в свою очередь, возбуждает атомы и атомарные ионы, которые излучают излучение, особое для элементарного состава пробы. При использовании аттестованного образцового материала, измеренный спектр можно связать с общими концентрациями элементов. Таким образом, метод можно применить для одновременного многоэлементного анализа. По сравнению с рентгенофлуоресценцией (XRF), которая также представляет интерес в качестве способа быстрого анализа почвы, методом LIBS охватывает весь диапазон элементов, включая легкие элементы. Это допускает прямой анализ (in situ) макро- и микроудобрений, поскольку подготовка пробы совсем не обязательна или требуется только в минимальном объеме.

Например, на заводе по производству сахара, систему LIBS можно установить на транспортной ленте после режущего аппарата, который измельчает поставленные клубни сахарной свеклы в куски клубней сахарной свеклы таким образом, чтобы измельченная сахарная свекла анализировалась посредством LIBS. Обработка спектральных данных может выполняться, как описано в следующем примере: Во-первых, все спектры графика фильтруются для исключения спектров, не имеющих информационного содержания. Длину волны фильтра настраивали на линию  $\text{H}\alpha$ , 656,6 нм. Исключались все спектры ниже порога из числа импульсов 1500. Остающиеся спектры каждого графика усреднялись для получения среднего спектрального графика. На втором этапе исключались графики, на которых средний спектральный график содержал меньше чем 110 отдельных спектров, чтобы исключить нерепрезентативные графики из набора данных. На третьем этапе, графики средних спектров исправлялись с учетом фона и нормировались (к фону, линии  $\text{H}\alpha$ ,  $\text{N/O}$ , в зависимости от аналита). На четвертом этапе выбирался диапазон длин волн в соответствии с аналитом. На пятом этапе проводился контроль и исключение резко отклоняющихся значений. И на шестом этапе данные разделялись на калибровочные и проверочные.

В качестве конкретных параметров для волоконной системы LIBS можно использовать, например, следующие значения:

<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Решетка	600 линий/мм
Щель	25 мкм
Диапазон длин волн	485,0-1020,5 нм
Дисперсия/пиксель	0,26 нм
Спектральное разрешение	Приблизительно 0,7 нм
Число пикселей	2048
Расстояние между пикселями	14 мкм

Высота пикселя	200 мкм
Ширина пикселя	14 мкм

В качестве конкретных параметров для лазера системы LIBS можно использовать, например, следующие значения:

Лазер	Лазер на микрочипе	Лазер большой мощности
Энергия в импульсе	3 мДж	14 мДж
Длительность импульса	2 нс	10 нс
Максимальная мощность импульса	1,5 МВт	1,4 МВт
Частота повторения импульсов	100 Гц	100 Гц
Пятно измерения	<100 мкм	<200 мкм
Фокусное расстояние фокусирующего зеркала	101,6 мм	203,2 мм
Диаметр волокна	900 мкм	400 мкм

Было бы предпочтительнее, если бы система LIBS содержала лазер большой мощности.

В данном примере, при применении лазера большой мощности можно повысить аналитические характеристики системы. При этом, система LIBS с лазером большой мощности может иметь следующие дополнительные преимущества: Первое преимущество состоит в том, что можно обеспечить более удобную практическую реализацию, так как можно увеличить расстояние до пробы, что облегчает реализацию и установку системы и дополнительно уменьшает загрязнение окна перед лазером. Другое преимущество состоит в том, что можно сделать в два раза больше пятно измерения и приблизительно в 4,5 выше энергию в импульсе, по сравнению с системой LIBS невысокой мощности. Другое преимущество состоит в том, что большее количество света может достигать детектора, что дает возможность применить группу детекторов, чтобы, например, расширить охватываемый диапазон длин волн. В частности, при использовании такой системы LIBS высокой мощности можно определять калий (K) и натрий (Na).

Помимо интенсивности спектра, повышенная мощность в импульсе и увеличенное пятно измерения могут приводить к увеличению количества измеренных спектров на график, по сравнению с применением оптоволоконного лазера. В случае LIBS с лазером высокой мощности, среднее число спектров на график может быть более чем в два раза больше, чем в случае с оптоволоконным лазером. Это означает, что можно измерить больше материала на одну пробу (увеличить поперечное сечение пробы), что может быть преимуществом, в частности, в случае неоднородного материала, такого как проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей.

В примере для определения калия, спектры нормировались на линии Na при 565,5

нм, и диапазон ограничивается до 764-772 нм для определения калия. Шум в мощных спектрах снижается, однако высоты сигналов находились на одном уровне вследствие нормирования. В числовых показателях отношение сигнал/шум для LIBS с лазером высокой мощности было выше приблизительно в 8 раз. Следовательно, предпочтительно применение LIBS с лазером высокой мощности.

В примере для определения натрия, спектры нормировались на линии Na при 589,0 нм, и диапазон ограничивался до 586-591 нм, до линии излучения натрия. Шум в мощных спектрах был ниже. Для натрия, отношение сигнал/шум для LIBS с лазером высокой мощности было выше приблизительно в два раза. При калибровке, а также при перекрестной проверке, LIBS с лазером высокой мощности может показывать рабочие результаты приблизительно на 20% выше, чем LIBS с волоконным лазером. LIBS с лазером высокой мощности может, например, достигать значения  $R^2$  0,83 и средне-квадратичной погрешности (RMSE) 0,38 ммоль/100 г сахарной свеклы.

Результаты данного примера показывают на примере натрия и калия, что LIBS хорошо подходит для анализа химических параметров почвы в налипшей земле, в частности, для анализа содержания основных питательных веществ, таких как калий, магний, кальций, азот и фосфор, и предпочтительно для анализа общего содержания таких микроудобрений, как железо и марганец. При применении такого прямого анализа конкретных макро- и микроудобрений в налипшей земле, в частности, в почве, можно определять параметры налипшей земли в зонах выращивания.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит этап формирования первых калибровочных данных, содержащий взятие пробы из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, и разделение пробы на первую пробу и вторую пробу, предпочтительно измельчение целевого растительного материала, сцепленного с налипшей землей, первой пробы, и/или предпочтительно перемещение первой пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, и/или вдоль камеры, которая выполнена с возможностью приема электромагнитных волн, анализ первой пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении первой пробы, приема электромагнитных волн, отраженных от первой пробы, и предпочтительно этап обработки электромагнитных волн, этап проведения эталонного анализа второй пробы посредством определения первой массы второй пробы, удаления по меньшей мере части налипшей земли из второй пробы и последующего определения второй массы второй пробы и вычисления процентного содержания по массе налипшей земли относительно первой массы второй пробы посредством первой массы второй пробы и второй массы второй пробы и/или процентного содержания по массе налипшей земли относительно массы целевого растительного материала посредством первой массы второй пробы и второй массы второй пробы, и сравнение результатов анализа первой пробы с результатами эталонного анализа второй пробы.

Удаление по меньшей мере части налипшей земли содержит удаление предпочтительно по меньшей мере 95 масс.%, в частности, по меньшей мере 98 масс.%, особенно предпочтительно по меньшей мере 99 масс.% налипшей земли из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей.

Проба из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, может быть пробой кусков клубней сахарной свеклы. Проба из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, может, например, содержать 10 кг или 20 кг, или 30 кг пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, который предпочтительно содержит клубни сахарной свеклы и/или куски клубней сахарной свеклы. Использовать можно также также другие количества пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей. В предпочтительном варианте, прием электромагнитных волн можно понимать как прием электромагнитных волн, которые отражаются от пробы. Эталонный анализ может содержать по меньшей мере одно или группу измерений. Калибровочные данные предпочтительно можно формировать сравнением результатов, полученных путем спектроскопического анализа, с результатами, полученными путем эталонного анализа.

Спектроскопический анализ проводится предпочтительно непрерывно. Первые калибровочные данные предпочтительно формируются посредством взятия проб в повторяющемся режиме, проведения спектроскопических анализов проб. Калибровочные данные предпочтительно формируются сравнением в повторяющемся режиме результатов спектроскопических анализов с результатами эталонных анализов. Было бы предпочтительнее, если бы данная процедура повторялась несколько раз, в частности, больше чем 100 раз, предпочтительно больше чем 1000 раз. Данная процедура предпочтительно производится с пробой сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей с разными компонентами, предпочтительно с относительно мокрой пробой сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, с относительно сухой пробой сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, с пробой сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, с относительно высоким процентным содержанием по массе налипшей земли, с пробой сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, с относительно низким процентным содержанием по массе налипшей земли.

Первые калибровочные данные формируются предпочтительно в течение периода времени по меньшей мере нескольких суток, в частности, по меньшей мере нескольких недель и/или по меньшей мере нескольких месяцев и/или нескольких лет.

Формирование первых калибровочных данных может также выполняться как статический процесс, в котором проба из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, не перемещается вдоль датчика. В таком статическом процессе пробу предпочтительно располагают в заданном положении, в частности, под датчиком, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн.

Преимущество формирования первых калибровочных данных описанным способом состоит в том, что калибровочные данные можно использовать для надежного определения процентного содержания по массе налипшей земли.

По фильтрованным изображениям, которые могут формироваться камерой, может выполняться калибровка, которая может обеспечивать прогнозируемое количество налипшей земли в пробе сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей. Для достижения такой калибровки, пробу предпочтительно можно разделять на две части, чтобы можно было производить сравнение между целевым материалом и пробой сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей.

В предпочтительном варианте, для разработки, оптимизации и валидации калибровочной модели для качественной процедуры NIRS, применяемой для идентификации или аттестации, требуются наборы проб: калибровочный набор (т.е. группа проб, которые используются для построения параметров модели), набор для перекрестной проверки (т.е. пробы, временно исключенные из разработки модели, но, в конечном счете, применяемые при разработке модели), и набор для независимой валидации (т.е. пробы, которые не используют при разработке модели). Было бы предпочтительнее, если бы набор проб для валидации (внешней валидации) являлся совершенно независимым от калибровочного набора. Сравнение результатов можно получать анализом одного и того же набора проб путем проведения процедуры NIRS, и эталонный способ составляет часть валидации процедуры NIRS, вместе с независимо найденными параметрами, такими как внутрिलाбораторная точность.

В предпочтительном варианте осуществления формирование первых калибровочных данных дополнительно содержит один или группу этапов: преобразование принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, в частности, методом спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS), и/или в по меньшей мере одно цифровое изображение, предпочтительно группу цифровых изображений, в частности, цветное изображения и/или формирование гиперспектральных изображений, и/или предварительная обработка спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, при этом предварительная обработка предпочтительно производится посредством мультипликативной коррекции рассеивания (MSC) и/или первых производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, причем предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ, и/или

предварительная обработка по меньшей мере одного цифрового изображения посредством фильтра, причем фильтр предпочтительно предназначен для применения по меньшей мере одного цветового порога, чтобы проводить различие между целевым растительным материалом и налипшей землей, и/или исключать спектральные сигналы, которые не преобразованы из электромагнитных волн, которые отражаются от первой пробы, предпочтительно посредством дифференциации спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации, и/или усреднения спектральных сигналов в один спектральный сигнал, и/или выполнения множественного и/или многофакторного, и/или линейного регрессионного анализа для формирования калибровочных данных, причем калибровочные данные предпочтительно получают посредством анализа главных компонентов (PCA) и/или множественной линейной регрессии (MLR), и/или регрессии частных наименьших квадратов (PLS), и/или машинного обучения, в частности, посредством нейронных сетей.

Спектральный сигнал предпочтительно преобразуется методом спектроскопии, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS). В частности, можно применить сочетание разных спектроскопических методов к тому же в сочетании с гиперспектральными изображениями и/или цветными изображениями, при этом предпочтительно можно сочетать спектральные сигналы, преобразованные посредством разных спектроскопических методов или других способов.

В предпочтительном варианте способ содержит этап формирования вторых калибровочных данных, содержащий взятие пробы из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно, установленного количества, например, 10 кг, предпочтительно измельчение целевого растительного материала, сцепленного с налипшей землей, и предпочтительно перемещение пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, спектроскопический анализ пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, в частности, методом спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS) и предпочтительно по меньшей мере одним другим аналитическим методом, эталонный анализ налипшей земли посредством проведения измерений такими методами, как поляриметрия, эмиссионная фотометрия, флуориметрический метод с использованием о-фталальдегида (OPA), метод с использованием реагента меди, метод с использованием биодатчика на основе иммобилизованного фермента, тепловой метод, атомная абсорбционная спектрометрия (AAS), рентгеновская флуоресцентная спектроскопия (XRF), атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES), и/или другими методами, сравнение результатов спектроскопического анализа с результатами эталонного анализа, при этом этап формирования вторых калибровочных данных предпочтительно дополнительно содержит один или группу этапов:

предварительную обработку спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, причем предварительная обработка предпочтительно производится посредством мультипликативной коррекции рассеивания (MSC) и/или первых производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, причем предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ, и/или исключение спектральных сигналов, которые не преобразованы из электромагнитных волн, которые отражаются от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно посредством дифференциации спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации, и/или усреднения спектральных сигналов в один спектральный сигнал, и/или выполнения множественного и/или многофакторного, и/или линейного регрессионного анализа для формирования калибровочных данных, причем калибровочные данные предпочтительно получают посредством анализа главных компонентов (PCA) и/или множественной линейной регрессии (MLR), и/или регрессии частных наименьших квадратов (PLS), и/или машинного обучения, в частности, посредством нейронных сетей.

Спектроскопический анализ проводится предпочтительно непрерывно. Вторые калибровочные данные предпочтительно формируются посредством взятия проб в повторяющемся режиме, проведения спектроскопических анализов проб. Калибровочные данные предпочтительно формируются сравнением в повторяющемся режиме результатов спектроскопических анализов с результатами эталонных анализов. Было бы предпочтительнее, если бы данная процедура повторялась несколько раз, в частности, больше чем 100 раз, предпочтительно больше чем 1000 раз. Данная процедура предпочтительно выполняется с пробой сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей с разными компонентами, предпочтительно с относительно мокрой пробой сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, с относительно сухой пробой сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, с пробой сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей с относительно высоким процентным содержанием по массе налипшей земли, с пробой сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей с относительно низким процентным содержанием по массе налипшей земли.

Вторые калибровочные данные предпочтительно формируются в течение периода времени по меньшей мере нескольких суток, в частности, по меньшей мере нескольких недель и/или по меньшей мере нескольких месяцев и/или нескольких лет.

Формирование вторых калибровочных данных может также выполняться как статический процесс, в котором проба из пробы сельскохозяйственной культуры,

содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, не перемещается вдоль датчика. В таком статическом процессе пробу предпочтительно располагают в заданном положении, в частности, под датчиком, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн.

Преимущество формирования вторых калибровочных данных описанным способом состоит в том, что калибровочные данные можно использовать для надежного определения компонентов налипшей земли.

В предпочтительном варианте, посредством сочетания LIBS с дополнительными аналитическими методами можно выполнять детальный анализ почвы, содержащий анализ плотности почвы и/или состава почвы, и/или уровня pH почвы, и/или качества удобрений, и/или гумусность почвы и/или плодородие почвы.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит этап сравнения данных, полученных обработкой электромагнитных волн, с первыми калибровочными данными и, в зависимости от сравнения, определения процентного содержания по массе целевого растительного материала и/или процентного содержания по массе налипшей земли и/или этап обработки электромагнитных волн методом спектроскопического анализа и сравнения данных, полученных в результате него, со вторыми калибровочными данными и, в зависимости от сравнения, определения компонентов налипшей земли.

При использовании описанного способа, предпочтительно можно обеспечить как определение процентного содержания по массе налипшей земли, так и определение компонентов налипшей земли.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит этап измельчения пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей.

Для определения процентного содержания по массе налипшей земли предпочтительно, чтобы измельчение пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, выполнялось до этапа излучения электромагнитных волн в направлении пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей.

Преимущество проведения спектрального анализа измельченной пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, состоит в том, что результаты получаются более надежными благодаря большей однородности целевого материала и налипшей земли.

Например, анализ налипшей земли на целой сахарной свекле с помощью разных датчиков может приводить к росту случайных ошибок, так как датчики обычно работают в одном измерении, а почва обычно неравномерно налипает на поверхность клубней сахарной свеклы. Благодаря измельчению пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, как

налипшая земля, так и целевой растительный материал могут равномерно распределяться внутри пробы.

Способ предпочтительно содержит этап равномерного распределения пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, на транспортировочном устройстве, предпочтительно с помощью валика, который располагается над транспортировочным устройством, этап перемещения пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, и/или вдоль камеры, которая выполнена с возможностью приема электромагнитных волн, при этом перемещение пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно производят транспортировочным устройством, предпочтительно транспортной лентой, предпочтительно со скоростью транспортировки в диапазоне от 0,05 м/с до 20 м/с, в частности, от 0,05 м/с до 10 м/с, предпочтительно от 0,5 м/с до 5 м/с.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, этап обработки электромагнитных волн содержит преобразование принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, и/или преобразование принятых электромагнитных волн в по меньшей мере одно цифровое изображение, предпочтительно группу цифровых изображений, в частности, цветных изображений.

В предпочтительном варианте, путем сочетания одного или группы спектральных сигналов и одного или группы цифровых изображений можно определять процентное содержание по массе налипшей земли и компоненты налипшей земли.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит освещение пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, чтобы уменьшить и/или минимизировать тени, и/или фильтрацию по меньшей мере одного цифрового изображения, при этом фильтр выполнен с возможностью различения между целевым растительным материалом и налипшей землей, предпочтительно с использованием по меньшей мере одного цветового порога.

Для освещения пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно применяют источник света. Посредством освещения пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, тени можно устранить или минимизировать.

Было бы предпочтительнее, если бы фильтр применялся на цифровом изображении или цифровых изображениях. В предпочтительном варианте, посредством применения такого фильтра можно проводить различие между целевым материалом и налипшей землей. Такой фильтр может, например, содержать порог.

В дополнительном предпочтительном варианте осуществления этап излучения

электромагнитных волн в направлении пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, осуществляется непрерывно, и/или пока проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей перемещается вдоль датчика и/или вдоль камеры, и/или этап приема электромагнитных волн, отраженных от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей осуществляется непрерывно, и/или пока проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей перемещается вдоль датчика и/или вдоль камеры.

Способ, описанный в настоящей заявке, осуществляется предпочтительно непрерывно. Спектроскопический анализ можно проводить для пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, в частности, для измельченной пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, которая перемещается вдоль блока системы анализа, которая содержит спектроскопическое устройство для проведения спектроскопического анализа. Спектроскопический анализ может быть настроен на скорость движения пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, относительно спектроскопического устройства. Блок системы анализа предпочтительно содержит по меньшей мере одно дополнительное устройство для анализа, например, камеру для съемки изображений перемещающейся пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей.

Предпочтителен вариант, в котором длина волны электромагнитных волн находится в инфракрасной области спектра, предпочтительно в ближней инфракрасной области спектра, и/или в микроволновом диапазоне, и/или в видимой области спектра, и/или в ультрафиолетовой области спектра, и/или в котором спектральный сигнал преобразуется посредством спектроскопии, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS), спектроскопии в средней инфракрасной области спектра, спектроскопии в дальней инфракрасной области спектра, терагерцевой спектроскопии, и/или спектроскопии в ультрафиолетовой и видимой областях спектра (UV-Vis), и/или спектроскопии комбинационного рассеяния, и/или спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS), и/или флуоресцентной спектроскопии, и/или формирования гиперспектральных изображений, и/или ядерного магнитного резонанса, и/или сочетания формирования гиперспектральных изображений с разными спектроскопическими методами, и/или сочетаний разных спектроскопических методов, и/или в котором прием электромагнитных волн осуществляется камерой и/или посредством сочетания камеры с одним или группой спектроскопических методов, в частности, сочетания цветной камеры со спектроскопией в ближней инфракрасной области и/или формированием

гиперспектральных изображений.

Инфракрасная область спектра предпочтительно содержит длины волн в диапазоне от 750 нм до 1000000 нм. Ближняя инфракрасная область спектра предпочтительно содержит длины волн в диапазоне от 750 нм до 2500 нм. Видимая область спектра предпочтительно содержит длины волн в диапазоне от 400 нм до 750 нм. Кроме того, длина волны электромагнитных волн находится в ультрафиолетовой области спектра, при этом ультрафиолетовая область спектра предпочтительно содержит длины волн в диапазоне от 10 нм до 400 нм.

Спектральный сигнал предпочтительно преобразуется методом спектроскопии, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS), и/или спектроскопии в средней инфракрасной области, и/или спектроскопии в дальней инфракрасной области, и/или спектроскопии в ультрафиолетовой и видимой областях спектра (UV-Vis), и/или спектроскопии комбинационного рассеяния, и/или спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS). В частности, можно применять сочетания разных спектроскопических методов, а также в сочетании с гиперспектральными изображениями. Ядерный магнитный резонанс предпочтительно также можно применять в сочетании с любым из вышеупомянутых спектроскопических методов.

В дополнительном предпочтительном варианте осуществления способ выполняется как непрерывный процесс, предпочтительно посредством излучения электромагнитных волн и/или приема электромагнитных волн, и/или преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал через интервалы менее чем 100 мс, в частности, менее чем 50 мс, предпочтительно через интервалы 10 мс, 20 мс, 30 мс или 40 мс, и/или посредством излучения электромагнитных волн и/или приема электромагнитных волн, и/или преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал в повторяющемся режиме в течение по меньшей мере 2 секунд, предпочтительно по меньшей мере 10 секунд, предпочтительнее по меньшей мере 20 секунд, предпочтительнее по меньшей мере 10 минут, в частности, по меньшей мере 1 часа.

Интервалы выбираются предпочтительно таким способом, чтобы получались оптимальные результаты. В частности, интервалы можно выбирать в зависимости от скорости движения пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, относительно датчика.

В частности, было бы предпочтительнее, если бы цикл измерения был в диапазоне 10-20 секунд. В зависимости от других параметров могут быть предпочтительными другие циклы измерения, чтобы получать оптимальные результаты.

Виды целевого растительного материала предпочтительно представляют собой корнеплод и/или клубнеплод, в частности, видов *Beta vulgaris* (свекла обыкновенная) и/или *Solanum tuberosum* (картофель), или по меньшей мере их часть, и/или при этом целевой растительный материал содержит клубни сахарной свеклы или состоит из них.

Целевой растительный материал может быть частью корнеплодов и/или

клубнеплодов, в частности, видов *Beta vulgaris* и/или *Solanum tuberosum*. Целевой растительный материал предпочтительно содержит или представляет собой что-то одно или более из следующей группы: сахарная свекла, мангольд, свекла листовая, свекла обыкновенная, свекла кормовая, картофель.

В дополнительном предпочтительном варианте осуществления способ содержит обработку спектрального сигнала для определения компонентов в налипшей земле и/или сравнение спектрального сигнала со вторыми калибровочными данными и, в зависимости от сравнения, определение, предпочтительно количественное, количества и/или массы, и/или массовой доли и/или объемной доли компонентов в налипшей земле.

Разные компоненты и относительное содержание компонентов в налипшей земле может определяться предпочтительно посредством спектрального сигнала и вторых калибровочных данных.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, компоненты в налипшей земле содержат что-то одно или более из следующей группы: минералы, в частности, калий, натрий, магний, кальций, азот, фосфор, микроудобрения, например, железо и/или марганец, гумус, уровень pH почвы, азотосодержащие соединения, органика, углеводы, крахмал, ароматические соединения, жирные кислоты, листья, кончики корней, обрезанные клубни свеклы, кусочки клубней свеклы, сорняки, плотность почвы, качество состава почвы, касающееся по меньшей мере одного удобрения, гумусности, плодородия почвы.

Разные компоненты в налипшей земле предпочтительно можно идентифицировать и анализировать. В частности, с применением способа, описанного в настоящей заявке, можно определять представляющие интерес компоненты. В частности, посредством определения компонентов можно получать информацию относительно почвы, которая является частью налипшей земли.

Получение информации относительно почвы, такой как, гумусность, уровень pH почвы, содержание калия, натрия, магния, кальция, азота, фосфора, микроудобрений и прочего, может представлять ценность для анализа состояния почвы в поле, с которого убран растительный материал. С использованием такой информации относительно почвы можно улучшать условия произрастания в полях и/или обрабатывать поля таким образом, чтобы улучшить условия произрастания. Кроме того, такую информацию можно представлять на сахарные заводы, которые тем самым получают информацию о зоне выращивания свеклы и качестве, которое можно ожидать от нее.

Способ предпочтительно содержит изменение по меньшей мере одного селекционного параметра и/или внесения удобрений в зависимости от количества по меньшей мере одного из найденных компонентов в налипшей земле.

В предпочтительном варианте, посредством полученной информации о компонентах в налипшей земле, для поля, с которого собран растительный материал, можно определить подходящее внесение удобрений, чтобы оптимизировать условия произрастания в поле.

Кроме того, можно изменять селекционные параметры в зависимости от найденных компонентов в налипшей земле, чтобы оптимизировать условия селекции в поле.

В соответствии с дополнительным аспектом, предлагается способ формирования первых калибровочных данных для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, содержащий этап взятия пробы из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, т.е. содержащей целевой растительный материал и налипшую землю, и разделения пробы на первую пробу и вторую пробу, этап предпочтительно измельчения целевого растительного материала, сцепленного с налипшей землей, первой пробы, и/или предпочтительно перемещения первой пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, и/или вдоль камеры, которая выполнена с возможностью приема электромагнитных волн, этап анализа первой пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении первой пробы, приема электромагнитных волн, отраженных от первой пробы, и предпочтительно обработки электромагнитных волн, этап эталонного анализа второй пробы посредством определения первой массы второй пробы, удаления по меньшей мере части налипшей земли из второй пробы и последующего определения второй массы второй пробы, и вычисления процентного содержания по массе налипшей земли относительно первой массы второй пробы посредством первой массы второй пробы и второй массы второй пробы и/или процентного содержания по массе налипшей земли относительно массы целевого растительного материала посредством первой массы второй пробы и второй массы второй пробы, и этап сравнения результатов анализа первой пробы с результатами эталонного анализа второй пробы.

Предпочтителен вариант, в котором способ содержит этап преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, и/или в по меньшей мере одно цифровое изображение, предпочтительно группу цифровых изображений, в частности, цветных изображений, и/или этап предварительной обработки спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, при этом предварительная обработка предпочтительно производится посредством мультипликативной коррекции рассеивания (MSC) и/или первых производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, причем предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ, и/или этап предварительной обработки по меньшей мере одного цифрового изображения посредством фильтра, причем фильтр предпочтительно предназначен для использования по меньшей мере одного цветового порога, чтобы проводить различие между целевым растительным материалом и налипшей землей, и/или этап исключения спектральных сигналов, которые не преобразованы из электромагнитных волн, которые отражаются от первой пробы, предпочтительно посредством дифференциации

спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации, и/или этап усреднения спектральных сигналов в один спектральный сигнал, и/или этап выполнения множественного и/или многофакторного, и/или линейного регрессионного анализа для формирования калибровочных данных, причем калибровочные данные предпочтительно получают посредством анализа главных компонент (PCA) и/или множественной линейной регрессии (MLR), и/или регрессии частных наименьших квадратов (PLS), и/или машинного обучения, в частности, посредством нейронных сетей.

В соответствии с дополнительным аспектом предлагается блок системы анализа для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, при этом блок системы анализа выполнен с возможностью излучения электромагнитных волн в направлении пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, причем блок системы анализа выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, отраженных от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, причем блок системы анализа выполнен с возможностью преобразования принятых отраженных электромагнитных волн в спектральный сигнал и/или в цифровые изображения, предпочтительно цветные изображения, причем блок системы анализа выполнен с возможностью обработки спектрального сигнала и/или цифровых изображений для определения процентного содержания по массе целевого растительного материала и/или процентного содержания по массе нежелательного растительного материала и/или компонентов в нежелательном растительном материале.

Блок системы анализа предпочтительно содержит спектроскопическое устройство, в частности, устройство для спектроскопии в ближней инфракрасной области. Возможно, более предпочтителен вариант, в котором блок системы анализа содержит камеру для съемки изображений, в частности, цветных изображений.

Такой блок системы анализа может быть предпочтительно установлен в требуемом положении. В частности, блок системы анализа может быть спроектирован таким образом, чтобы его можно было переместить в другое положение.

В соответствии с дополнительным аспектом предлагается система для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, при этом система содержит приемную секцию, предпочтительно, производственного предприятия, в частности, завода по производству сахара, для приемки пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, в частности, загрязненных почвой клубней сахарной свеклы, содержащих целевой растительный материал и налипшую землю, измельчающее устройство для измельчения пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, в куски, блок системы анализа по предыдущему пункту,

при этом блок системы анализа предпочтительно располагается над транспортировочным устройством, на котором куски пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, перемещаются относительно блока системы анализа.

В соответствии с дополнительным аспектом предлагается завод по производству сахара, содержащий систему, описанную в настоящей заявке.

Производство сахара предпочтительно осуществляется на таком заводе по производству сахара. В частности, следует понимать, что завод по производству сахара является сахарным заводом или заводом по переработке сахарной свеклы.

Завод по производству сахара предпочтительно предназначен для переработки по меньшей мере 500 тонн сахарной свеклы в сутки или по меньшей мере 1000 тонн сахарной свеклы в сутки, предпочтительно по меньшей мере 5000 тонн сахарной свеклы в сутки, в частности, по меньшей мере 10000 тонн сахарной свеклы в сутки. Сахарная свекла может содержать несколько тонн клубней сахарной свеклы. Сахарная свекла предпочтительно поставляется на завод по производству сахара грузовыми автомобилями или поездами. Заданное количество сахарной свеклы предпочтительно может поставляться с приемного пункта и/или пункта хранения.

Сахар предпочтительно производится на заводе по производству сахара. Производство сахара предпочтительно содержит нарезание клубней сахарной свеклы в свекловичную стружку и предпочтительно извлечение диффузионного сока из свекловичной стружки, содержащее экстрагирование сахара из свекловичной стружки в процессе экстрагирования, при этом свекловичная стружка помещается в горячей воде, и горячая вода протекает в направлении, противоположном направлению, в котором транспортируется свекловичная стружка, причем сахар извлекается из свекловичной стружки в горячую воду, и диффузионный сок образуется из горячей воды, содержащей экстрагированный сахар. Диффузионный сок предпочтительно содержит около 98 масс.% сахаров, содержащихся в клубнях сахарной свеклы, и органические и неорганические составляющие, которые можно называть несахарами из клубней сахарной свеклы.

В соответствии с дополнительным аспектом предлагается применение блока системы анализа на заводе по производству сахара, описанного в настоящей заявке, для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей.

Что касается преимуществ, предпочтительных вариантов осуществления и подробных сведений о разных отдельных аспектах и их предпочтительных вариантах осуществления, упоминаются также соответствующие преимущества, предпочтительные варианты осуществления и подробные сведения, описанные со ссылкой на соответствующие другие аспекты.

Дополнительные полезные варианты осуществления получаются в результате сочетания отдельных, нескольких или всех предпочтительных признаков, описанных в настоящей заявке.

В соответствии с дополнительным аспектом предлагается способ определения компонентов в процессе промышленной переработки сахарной свеклы на производственном предприятии, содержащий этап обеспечения заданного количества сахарной свеклы, включающего в себя производственную партию сахарной свеклы для производства и партию для анализа сахарной свеклы для анализа компонентов и, возможно, для производства, этап анализа по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии, при этом анализ содержит излучение электромагнитных волн в направлении по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии, прием электромагнитных волн, преобразование принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, этап производства продукта из по меньшей мере производственной партии и, возможно, из партии для анализа.

Производство сахара предпочтительно осуществляется на заводе по производству сахара. В частности, следует понимать, что завод по производству сахара является сахарным заводом или заводом по переработке сахарной свеклы. Завод по производству сахара предпочтительно предназначен для переработки по меньшей мере 500 тонн сахарной свеклы в сутки или по меньшей мере 1000 тонн сахарной свеклы в сутки, предпочтительно по меньшей мере 5000 тонн сахарной свеклы в сутки, в частности, по меньшей мере 10000 тонн сахарной свеклы в сутки. Заданное количество сахарной свеклы может содержать несколько тонн сахарной свеклы. Заданное количество сахарной свеклы предпочтительно поставляется на завод по производству сахара грузовым автомобилем или поездом. Заданное количество сахарной свеклы предпочтительно может поставляться с приемного пункта и/или пункта хранения.

Заданное количество сахарной свеклы содержит производственную партию сахарной свеклы для производства сахара и партию для анализа сахарной свеклы для анализа компонентов. Производственная партия составляет предпочтительно по меньшей мере 99 масс.%, в частности, по меньшей мере 99,9 масс.% или 99,999 масс.%, от заданного количества сахарной свеклы. Производственная партия может составлять 100 масс.% от заданного количества сахарной свеклы. В процессе производства сахара, сахар извлекается из производственной партии.

Партия для анализа может быть частью производственной партии или, по меньшей мере частично или полностью идентичной с производственной партией. Партия для анализа может быть частью заданного количества сахарной свеклы, которая не является частью производственной партии. Партия для анализа сахарной свеклы может быть также частично частью производственной партии и/или частично частью заданного количества сахарной свеклы, которая не является производственной партией. В частности, партия для анализа, по меньшей мере в основном, используется для анализа компонентов, при этом предпочтительно можно определять группу компонентов. Кроме того, партия для анализа также может быть использована для производства сахара. Партия для анализа может отбираться случайным образом или избирательно. В предпочтительном варианте партия для анализа может отбираться непрерывно пробоотборником из производственной

партии.

Анализы, описанные в настоящей заявке, могут проводиться на всей партии для анализа или на по меньшей мере части партии для анализа. В частности, в случае, когда проводятся несколько анализов, при этом каждый из анализов может проводиться на всей или части партии для анализа. Например, для разных анализов можно использовать разные или частично совпадающие или идентичные части партии для анализа. Следовательно, любую ссылку в настоящей заявке на партию для анализа можно также понимать как ссылку на по меньшей мере часть партии для анализа.

Компонентами в клубнях сахарной свеклы может быть что-то одно или более из следующей группы: общее содержание сахара, содержание таких моносахаридов, как глюкоза; фруктоза; галактоза; содержание таких дисахаридов, как сахароза, лактоза, мальтоза; содержание таких олигосахаридов, как раффиноза, мальтодекстрин, целлодекстрин; содержание таких полисахаридов, как инулины, фруктаны; коэффициент экстракции сахара; содержание сухого вещества, сырой протеин, сырая клетчатка, аминокислоты, крахмал, общее содержание сахара, содержание извлекаемого сахара, растворимые азотсодержащие соединения, такие как белки, бетаин, беталаин, амиды и аминокислоты; нерастворимые азотсодержащие соединения, такие как нерастворимые белки; безазотистые органические вещества, такие как пектины, сапонины, органические кислоты; содержание выжимок; содержание жиров; содержание спиртов; фенольные соединения, содержание структурообразующих углеводов, таких как NDF (нейтрально-расщепляемая клетчатка); ADF (кислотно-расщепляемая клетчатка); ADL (Кислотно-расщепляемый лигнин) или содержание гемицеллюлозы; целлюлозы; лигнина; минеральное содержание; содержание щелочных металлических элементов и их неорганических соединений, таких как натрий; хлорид натрия; содержание металлических элементов и неорганических соединений, таких как кальций; карбонат кальция, магний, оксид магния; содержание металлоидных элементов и неорганических соединений, таких как бор, боратные минералы, селен, кремний; содержание неметаллических элементов и неорганических соединений, таких как углерод, карбонаты, фосфор, фосфаты; сера, йод.

Как подробно описано ниже, производственная партия и/или партия для анализа могут обеспечиваться в виде кусков клубней сахарной свеклы посредством измельчения и/или нарезания. После подачи производственной партии и/или партии для анализа в виде кусков клубней сахарной свеклы, производственная партия, состоящая из кусков клубней сахарной свеклы, по-прежнему называется производственной партией, и партия для анализа, состоящая из кусков клубней сахарной свеклы, по-прежнему называется партией для анализа. Партия для анализа и производственная партия могут измельчаться и/или нарезаться на куски клубней сахарной свеклы посредством того же устройства, например, нарезающего устройства, или других устройств, например, нарезающего устройства и измельчающего устройства.

В предпочтительном варианте электромагнитные волны, которые излучаются по направлению по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной

партии, находятся в инфракрасной области спектра, в частности, в ближней инфракрасной области спектра и/или в видимой области спектра и/или в ультрафиолетовой области спектра. Электромагнитные волны предпочтительно имеют по меньшей мере одну длину волны, при этом длина волны электромагнитных волн находится в диапазоне от 170 нм до 1000000 нм, в частности, в диапазоне от 750 нм до 2500 нм, предпочтительно в диапазоне от 780 нм до 1800 нм. Спектральный сигнал предпочтительно преобразуется посредством спектроскопии, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS), и/или спектроскопии в средней инфракрасной области спектра, и/или спектроскопии в дальней инфракрасной области спектра, и/или спектроскопии в ультрафиолетовой и видимой областях спектра (UV-Vis), и/или спектроскопии комбинационного рассеяния, и/или спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS).

Электромагнитные волны отражаются предпочтительно от по меньшей мере партии для анализа, которая располагается на транспортировочном устройстве, и отраженные электромагнитные волны принимаются, в частности, датчиком, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн. Электромагнитные волны предпочтительно непрерывно отражаются от партии для анализа и производственной партии. В предпочтительном варианте принятые электромагнитные волны отражаются от партии для анализа и, возможно, производственной партии.

Принятые электромагнитные волны предпочтительно преобразуются в спектральный сигнал, при этом спектральный сигнал формируется в зависимости от принятых электромагнитных волн.

В предпочтительном варианте, производство сахара содержит производство диффузионного сока из по меньшей мере производственной партии и, возможно, из партии для анализа, и заключается в экстрагировании сахара из по меньшей мере производственной партии в процессе экстрагирования, при этом по меньшей мере производственная партия помещается в горячей воде, и горячая вода протекает в направлении, противоположном направлению, в котором транспортируется по меньшей мере производственная партия, причем сахар извлекается из по меньшей мере производственной партии в горячую воду, и диффузионный сок образуется из горячей воды, содержащей экстрагированный сахар. Диффузионный сок предпочтительно содержит около 98 масс.% сахара, содержащегося в производственной партии, и органические и неорганические составляющие, которые можно называть сахарами из сахарной свеклы.

Этапы способа можно выполнять в порядке, который отклоняется от перечисленного порядка. Однако было бы предпочтительнее, если бы этапы способа выполнялись в перечисленном порядке, в частности, один за другим.

Решение, описанное в настоящей заявке, обеспечивает преимущество в том, что анализ сахарной свеклы в процессе производства сахара можно автоматизировать за счет использования спектральных сигналов. Решение приводит к определению компонентов в клубнях сахарной свеклы, которое является менее трудоемким и более экономичным, а

также относит меньше времени. Определение компонентов в клубнях сахарной свеклы может выполняться одновременно с процессом производства сахара. Особенно выгодно то, что компоненты могут определяться без задержки. С использованием решения, описанного в настоящей заявке, определение компонентов можно обеспечить в реальном времени.

Кроме того, решение, описанное в настоящей заявке, обеспечивает такое преимущество, что процесс производства сахара можно усовершенствовать, и в частности, сделать более эффективным, поскольку по информации спектральных сигналов можно корректировать параметры производства сахара, в зависимости от компонентов кусков клубней сахарной свеклы, которые на текущий момент находятся в процессе производства сахара, или которые подаются в процесс производства сахара. При использовании информации, полученной из спектральных сигналов, можно получать более точные данные анализа, с которыми можно точнее корректировать параметры производства сахара для усовершенствования процесса производства сахара.

Экстрагирование сахарозы из свекловичной пульпы является одним из наиболее важных процессов в процессе производства сахара. Этот процесс может, например, определять потерю сахарозы в кусках клубней сахарной свеклы, мелассу, энергозатраты и качество диффузионного сока. Как правило, для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара и для сахарной свеклы, перерабатываемой на заводе по производству сахара, обычно анализируют небольшое количество свекловичной стружки и/или сухой пульпы, в частности, кусков клубней сахарной свеклы в форме стружки. Стружка и/или сухая пульпа превращаются в однородную свекловичную пульпу посредством ножевой мельницы. Свекловичную пульпу экстрагируют посредством раствора сульфата алюминия или ацетата свинца или воды и затем анализируют посредством проведения измерений такими методами, как поляриметрия, эмиссионная фотометрия, флуориметрический метод с использованием о-фталальдегида (ОФА), метод с использованием реагента меди, и метод с использованием биодатчика на основе иммобилизованного фермента или других измерений. Стружку из свежих клубней сахарной свеклы и/или сухую пульпу можно анализировать на содержание сахара, сухое вещество, содержание выжимок для оценки надлежащего режима (температура, время, давление) экстрагирования. Кроме сахара, диффузионный сок может содержать несахара, такие как вода, пектин, белки и пигменты, и другие компоненты. Сахар диффузионного сока предпочтительно дополнительно очищается. В предпочтительном варианте важной стадией производства сахара может быть очистка диффузионного сока, при этом чистота сока может непосредственно зависеть от удаления несахарного материала. Процесс экстрагирования сам по себе может сильно влиять на состав диффузионного сока. Степень чистоты очищенного сока может быть выше, чем степень чистоты диффузионного сока, повышение степени чистоты и соответствующее снижение содержания несахаров в очищенном соке может указывать, что в процессе очистки было обеспечено, что несахара удаляются, или их содержание значительно снижается, когда применяются осаждающие и

абсорбирующие средства. В предпочтительном варианте процессы испарения и кристаллизации могут снижать концентрацию несахаров и повышать степень чистоты патоки и мелассы. В предпочтительном варианте, знание всех параметров качества сахарной свеклы, в том числе сахаров и всех несахарных компонентов, позволяет обеспечивать коррекцию всех этапов переработки и очистки сока на заводе по производству сахара.

Следовательно, дополнительное преимущество решения, описанного в настоящей заявке, состоит в том, что разработаны способ испытания на соответствие качества в реальном времени с целью определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, система для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара и завод по производству сахара. Кроме того, изобретение допускает применение оборудования для технологии анализа процессов (РАТ) на заводе по производству сахара и/или систему для испытания на соответствие качества не в реальном и в реальном времени для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы с целью производства сахара на заводе по производству сахара и/или способа определения компонентов в клубнях сахарной свеклы с целью производства сахара на заводе по производству сахара. С использованием решения, описанного в настоящей заявке, можно определять новые аспекты качества сахарной свеклы и можно корректировать и/или регулировать производственные процессы для повышения эффективности процесса на заводе по производству сахара.

Дополнительное преимущество состоит в том, что можно анализировать значительно большее количество сахарной свеклы, которая принимается на заводе по производству сахара, и что определение компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара можно производить посредством значительно большего количества сахарной свеклы, по сравнению с применением существующих способов анализа, используемых для анализа сахарной свеклы, которые определяются для производства сахара, например, для контроля качества.

Решение, описанное в настоящей заявке, устраняет недостатки существующих решений, при которых анализируется только очень малое количество сахарной свеклы, и определение компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара производится только для очень малого количества сахарной свеклы в процессе производства сахарной свеклы.

Дополнительное преимущество состоит в том, что в решении, описанном в настоящей заявке, можно анализировать все части сахарной свеклы, так как сахарная свекла измельчается на куски клубней сахарной свеклы до анализа компонентов. Это может приводить к повышению точности определения компонентов, по сравнению с анализом компонентов посредством анализа свекловичной пульпы, так как концентрация и содержание компонентов в клубнях сахарной свеклы неравномерно распределены внутри одного клубня сахарной свеклы и между разными клубнями сахарной свеклы.

Дополнительное преимущество решения, описанного в настоящей заявке, состоит в

том, что на заводах по производству сахара обычно анализируют только поляризацию и/или содержание сахара сахарной свеклы. Данная информация используется для оценки качества сахарной свеклы, и сельскохозяйственные производители получают оплату в зависимости от оцененного качества. Однако данные анализы базируются на немногих параметрах, таких как содержание натрия, калия, альфа-аминоазота, содержание сахара, и и недостаточно отражают сложность химического состава клубней сахарной свеклы, и насколько хорошо сахар может извлекаться из сахарной свеклы. При использовании решения, описанного в настоящей заявке, можно обнаруживать все разнообразие органических соединений в клубнях сахарной свеклы. Таким образом, при использовании решения, описанного в настоящей заявке, качество сахарной свеклы можно оценивать более точно, чем при классическом анализе.

Дополнительное преимущество решения, описанного в настоящей заявке, состоит в том, что можно решить проблемы анализа сахарной свеклы, которые вызваны тем, что состав клубней сахарной свеклы является неоднородным по их компонентам. В частности, строение и состав проб, которые используются для анализа, могут иметь решающее значение для точности определения компонентов, таких как параметры качества. Геномные параметры, выращивание культуры и условия окружающей среды могут влиять на рост и содержание компонентов в клубнях сахарной свеклы. Например, концентрация и содержание компонентов в клубнях сахарной свеклы, таких как, например, распределение сахарозы, сухое вещество,  $\alpha$ -аминный азот, растворимый азот, общий азот, глюкоза, фруктоза, натрий и калий в клубнях сахарной свеклы, могут неравномерно распределяться в клубнях сахарной свеклы и между разными клубнями сахарной свеклы. Классический анализ компонентов для определения компонентов обычно может выполняться в лаборатории, при этом может изготавливаться репрезентативная свекловичная пульпа. В течение более чем 60 лет это делали с использованием машины для резки сахарной свеклы, которая могла обеспечивать мелкодисперсную и гомогенную свекловичную пульпу, которую необходимо получать с достаточным качеством и в достаточном количестве для анализа сахарной свеклы. После производства и хранения, данную свекловичную пульпу можно превратить в водный фильтрат посредством холодной водной дигестии с сульфатом алюминия (ICUMSA GS 6-3) в качестве осветляющего средства для последующего анализа. Международный комитет по общепринятым методам анализа сахара (ICUMSA) является международным органом стандартизации, который публикует подробные лабораторные процедуры для анализа сахара. Процедуры содержат конкретные выполняемые этапы. Параметры качества могут анализироваться автоматической лабораторией для анализа свеклы, анализы могут выполняться поляриметром (ICUMSA GS 6-3) на сахарозу, пламенным фотометром (ICUMSA GS 6-7) на калий и натрий и флуорометрическим методом с использованием ОРА или методом с использованием реагента меди («число синего») (ICUMSA GS6-5) на  $\alpha$ -аминный азот. Концентрация глюкозы может определяться методом с использованием биодатчика на основе иммобилизованного фермента (ICUMSA GS6-8). В рамках такого классического

анализа компонентов, из всей полученной пульпы обычно только пробу, например, около 0,3-2 масс.%, можно использовать для самого анализа компонентов. Обычно необходимо много этапов процесса от отбора проб до анализа, которые влияют на точность результатов анализа компонентов, который может быть только ограниченно репрезентативным. Вследствие нерепрезентативного отбора проб, при измерении ингредиентов могут возникать значительные искажения. Однако, применение решения, описанного в настоящей заявке, может уменьшить ошибку отбора и, следовательно, ошибку прогнозирования для всей пробы. Решение, описанное в настоящей заявке, устраняет данные вышеупомянутые недостатки благодаря тому, что можно анализировать намного большую пробу и/или намного большее количество сахарной свеклы. Это может эффективно приводить к уменьшению ошибки пробы и, следовательно, уменьшению ошибки прогнозирования для анализируемой сахарной свеклы.

Успешный результат производства сахара из клубней сахарной свеклы может зависеть не только от общего содержания сахара клубней сахарной свеклы, но также от компонентов, которые мешают процессу производства сахара, например, несахарных компонентов клубней. Например, по влиянию несахарных компонентов на экстрагируемость сахара проведено несколько исследований, в ходе которых разработаны разные формулы. Например, Бухгольц с соавторами (Buchholz, K.; Märländer, B.; Puke, H.; Glattkowski, H.: Neubewertung des technischen Wertes von Zuckerrüben. Zuckerind. 120(1995)113-121) составили формулу для оценки качества клубней сахарной свеклы на основе анализа 60 разновидностей сахарной свеклы и мелассы. Единый способ получения косвенного определения количества сахарной мелассы из полутехнической мелассы с использованием содержания бетаина в клубнях сахарной свеклы и мелассы в качестве опорного значения требовал значительной обработки клубней сахарной свеклы при опытно-исследовательском исследовании (Bruhns, M.; Sievers, C.; Bliesener, K.-M.; Mische, D.: Neue Technikumsanlage zur Rübenverarbeitung am Zuckerinstitut Braunschweig. Zuckerind. 118 (1993)450-454). Вследствие использования таких переменных как содержания натрия, калия и аминного азота, данное уравнение можно применять при оценке качества сахарной свеклы и оплате сельскохозяйственных производителей. Для реалистичной оценки клубней сахарной свеклы по их качеству, было бы предпочтительнее, если бы учитывалось также образование кислот в результате распада редуцирующих сахаров (инвертированных сахаров). Дополнительная проблема с известной формулой может быть в том, что в процессе переработки сахара растворимые азотсодержащие соединения, достигающие сиропа, (так называемый, вредный азот) и определение всех соединений  $\alpha$ -аминного азота (выявляемого анализом в клубнях сахарной свеклы) могут составлять только 35-40% от общего вредного азота. Вследствие важности вредного азота при переработке сахара и оценке качества сахарной свеклы, важно рассматривать упомянутые соединения при заводской оценке. Авторы Burba и Schiweck (Burba, M.; Schiweck, H.: Nichtzuckerbilanz und Ionenbilanz im Dicksaft als Grundlage einer Qualitätsbewertung von Zuckerrüben. Zuckerind. 118(1993) 680-689 и 924-936) разработали формулы для

прогнозирования резервной щелочности в клубнях сахарной свеклы. Формулы авторов Burba и Schiweck требовали анализа инвертированного сахара в качестве дополнительного аналитического параметра. Всем упомянутым формулам не доставало метода анализа на общий азот в сиропе. Вплоть до настоящего времени, общий способ анализа на вредный азот выполняется измерением  $\alpha$ -аминного азота по той причине, что существует высокая корреляция с общим вредным растворимым азотом. В расчет качества свеклы особенно важно включать источник с высоким содержанием азота, такой как бетаин, но методы скоростного анализа для этой цели отсутствуют до настоящего времени.

Ранее была выполнена большая научная работа по определению, помимо содержания азота, различных параметров качества сахарной свеклы и технических соков, извлекаемых из сахарной свеклы, как показано в следующей таблице (Oltmann, W.; Burba, M.; Bolz, G.: Die Qualität der Zuckerrübe. Bedeutung, Beurteilungskriterien und Maßnahmen zu ihrer Verbesserung. Berlin und Hamburg 1984).

Параметр		
Биологический	Внешнее состояние	Сорняки свеклы; грязь; мусор; относительное количество свекольной ботвы; относительное количество хвостовых частей корней свеклы
	Устойчивость к выходу в стрелку	
	Устойчивость к заболеваниям	
	Сорт	Устойчивость к воздействиям внешней среды
	Лежкоспособность	Потери сахарозы на дыхание
Химический	Содержание сахара	
	Содержание выжимок	
	Несахарные компоненты	
	Вредный растворимый азот	Глутамин; бетаин; пирролидон; аспарагин
	Инвертированный сахар	
	Пектины	
	Декстран	

	Раффиноза	
Физический (механический)	Внешние влияния	Дробление, бой; деревянистая и волокнистая свекла, упругость; сжимаемость

До настоящего времени невозможно было получить общепринятое, обязательное решение проблемы, объясняющее значимость каждого параметра и выражающее их в одной формуле или одном выражении (Burba, M.: Perspectives and Limits of current beet quality evaluation. Zuckerind. 123(1998)5, 365-374).

Преимущество решения, описанного в настоящей заявке, состоит в том, что можно устранить упомянутые недостатки. Свет конкретных длин волн, например, в ближнем инфракрасном диапазоне, может поглощаться молекулами, содержащими группы С-Н; N-H; S-H; O-H (жиры; углеводы; органические кислоты; структурообразующие углеводы; вода, спирты, фенольные смолы). Информацию, присутствующую в спектральном сигнале, можно использовать для оценки концентрации данного вещества в пробе или для оценки свойств по всему объему или физических свойств, когда эти свойства могут отражаться как и иметь следствием значительные изменения интенсивности и/или длины волны спектральных сигналов, которые получают из отраженных электромагнитных волн.

Дополнительное преимущество решения, описанного в настоящей заявке, состоит в том, что оплату сельскохозяйственных производителей можно производить в зависимости от качества сахарной свеклы. На заводах по производству сахара анализируют только поляризацию и/или содержание извлекаемого сахара по, так называемой, формуле Брауншвейгера, чтобы оценивать качество сахарной свеклы и вычислять плату сельскохозяйственным производителям на основе упомянутых вычислений. Однако, эти вычисления основаны на очень немногих параметрах (Na, K, альфа-аминный азот, сахар) и не достаточно отражают сложность химического состава клубней сахарной свеклы и то, насколько хорошо сахар может извлекаться из клубней сахарной свеклы. При использовании решения, описанного в настоящей заявке, можно обнаруживать все разнообразие органических соединений в клубнях сахарной свеклы, которые можно использовать для оценки качества сахарной свеклы сверх классического анализа. При использовании математических моделей, таких как нейронные сети, может способствовать идентификации особых характеристик спектральных сигналов, которые хорошо коррелируются с коэффициентом экстракции из клубней сахарной свеклы. Данную информацию можно использовать для оценки качества поставки сельскохозяйственным производителем намного лучше, чем классический анализ только немногих параметров, и затем можно использовать для оптимизации системы оплаты сельскохозяйственных производителей. Таким образом, завод по переработке сахарной свеклы может получать выгоду от возможности точнее отличать высококачественную сахарную свеклу от низкокачественной сахарной свеклы, и сельскохозяйственные производители могут быть мотивированы к самой качественной поставке по

коэффициенту экстракции сахара из сахарной свеклы.

Дополнительное преимущество решения, описанного в настоящей заявке, состоит в том, что информацию о качестве сахарной свеклы, получаемую анализом компонентов клубней сахарной свеклы в приемной секции на заводе по производству сахара, можно объединять с информацией о том, с какого(их) поля или полей собрана упомянутая сахарная свекла, и какую агротехнику применяли на данном поле или данных полях. При таком объединении информации можно улучшить условия произрастания сахарной свеклы, что может приводить к повышению качества сахарной свеклы при будущих поставках сахарной свеклы. Дополнительное преимущество состоит в том, что сельскохозяйственные производители могут получать больше информации относительно компонентов в клубнях сахарной свеклы и условий произрастания, которая может иметь следствием повышение качества сахарной свеклы для экстрагирования сахара. Например, информацией, касающейся качества сахарной свеклы, можно делиться с сельскохозяйственными производителями, и/или последние могут делиться информацией об условиях произрастания и агротехнических приемах (например, полученной, собранной и проанализированной посредством программного обеспечения для управления фермерским хозяйством) с заводом по производству сахара и/или другими сторонними органами, такими как провайдеры программного обеспечения для управления фермерским хозяйством или производителями или ретейлерами семенного материала.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, производственное предприятие является производственным предприятием по производству сахара и/или по производству корма для животных, и/или по производству биогаза, и/или по производству этанола, и/или по производству биodeградирующихся пластиков, и/или по производству топлив, и/или по производству биокomпонентов топлива, и/или при этом производство является производством сахара и/или производством корма для животных, и/или производством биогаза, и/или производством этанола, и/или производством биodeградирующихся пластиков, и/или производством топлив, и/или производством биокomпонентов топлива, и/или причем продукт является сахаром и/или кормом для животных, и/или биогазом, и/или этанолом, и/или биodeградирующимися пластиками, и/или топливами и/или биокomпонентами топлива.

В процессе промышленной переработки сахарной свеклы сахарозу предпочтительно экстрагируют из клубней сахарной свеклы посредством горячей воды, в результате чего получается диффузионный сок, который затем можно очищать, фильтровать и концентрировать посредством циклического промывания и выпаривания. Для получения конечного продукта сироп можно кристаллизовать, что может давать, в результате, белый сахар, который затем можно перекристаллизовать, что, в итоге, может приводить к производству высококачественного рафинада. На разных стадиях переработки сахарной свеклы могут получаться различные продукты из сахарной свеклы. Побочный продукт, который может содержать большое количество воды, может содержать до 75% свекловичного жома. Свекловичный жом можно использовать как

источник тепла и, при циркуляции в замкнутой системе, можно многократно использовать для обеспечения большой доли потребностей в тепле завода по производству сахара. Другие побочные продукты могут быть компонентами, которые используются как добавки в пищевом производстве или фармацевтической промышленности, в том числе бетаин, беталаин, бетацианины, бетаксантины. После экстрагирования сахарозы, свекловичную пульпу и обломки свеклы предпочтительно используют в производстве корма для животных и/или производстве биогаза. Ботву сахарной свеклы можно также использовать для производства метанола. После центрифугирования густого сиропа в процессе производства сахара, полученную мелассу можно использовать для производства спирта, для производства корма для животных и/или в качестве среды для производства дрожжевой биомассы. Диффузионный сок сахарной свеклы можно использовать как сырье для ферментации этанола. Озонирование можно применять для стабилизации новых видов бродильных сред, применяемых при биотехнологическом производстве жидкотопливных присадок, можно применять озонирование. Этанол, получаемый таким образом, может быть относительно дешевым и может применяться как топливо или присадка к топливу. Гидролизаты сахарозы можно использовать как сырье для производства биodeградирующихся пластиков, топлив и/или топливных биокомпонентов.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления способ дополнительно содержит этап приемки заданного количества сахарной свеклы, включающего в себя производственную партию сахарной свеклы для производства сахара и партию для анализа сахарной свеклы для анализа компонентов и, возможно, для производства сахара, и/или подачи кусков клубней сахарной свеклы из производственной партии и/или партии для анализа, и/или размещения по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве, и/или транспортировки по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии посредством по меньшей мере одного транспортировочного устройства, предпочтительно со скоростью транспортировки в диапазоне от 0,5 м/с до 20 м/с, в частности, от 0,05 м/с до 10 м/с, предпочтительно в диапазоне от 0,05 м/с до 5 м/с, предпочтительнее в диапазоне от 0,05 м/с до 1 м/с.

Способ предпочтительно содержит этап производства отжатого жома посредством удаления жидких веществ из по меньшей мере производственной партии и/или по меньшей мере партии для анализа, предпочтительно посредством механического пресса.

Этап приемки заданного количества сахарной свеклы предпочтительно выполняется как приемка грузовика сахарной свеклы и/или контейнера сахарной свеклы, и/или товарного вагона сахарной свеклы на заводе по производству сахара, в частности, в приемной секции завода по производству сахара.

Способ содержит этап размещения по меньшей мере партии для анализа на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве. В предпочтительном варианте способ содержит этап размещения партии для анализа и производственной партии на по

меньшей мере одном транспортировочном устройстве. Под по меньшей мере одним транспортировочном устройством понимается устройство для транспортировки сахарной свеклы и/или кусков клубней сахарной свеклы, в частности, партии для анализа. По меньшей мере одно транспортировочное устройство может быть предназначено для транспортировки партии для анализа и производственной партии. В предпочтительном варианте по меньшей мере одно транспортировочное устройство содержит или представляет собой транспортерную ленту.

Транспортировка по меньшей мере партии для анализа посредством по меньшей мере одного транспортировочного устройства предпочтительно осуществляется вдоль направления транспортировки, при этом создается поток по меньшей мере партии для анализа. Поток по меньшей мере партии для анализа предпочтительно движется вдоль направления транспортировки. Способ предпочтительно содержит транспортировку партии для анализа и производственной партии посредством по меньшей мере одного транспортировочного устройства. По меньшей мере одно транспортировочное устройство может располагаться в приемном пункте, в частности, в положении, в котором принимается сахарная свекла. По меньшей мере одно транспортировочное устройство может располагаться рядом с и/или в пункт(е) хранения, который предусмотрен для хранения сахарной свеклы. По меньшей мере одно транспортировочное устройство может располагаться рядом с другим транспортировочным устройством на заводе по производству сахара, в частности, рядом с транспортировочным устройством, которое выполнено с возможностью транспортировки сахарной свеклы и/или кусков клубней сахарной свеклы. По меньшей мере одно транспортировочное устройство может содержать группу транспортировочных подустройств, в частности, транспортировочных подустройств, которые располагаются одно за другим, при этом по меньшей мере часть транспортировочных подустройств располагается на заводе по производству сахара. По меньшей мере одно транспортировочное устройство может быть выполнено с возможностью транспортировки сахарной свеклы и/или кусков клубней сахарной свеклы.

В предпочтительном варианте, производство сахара содержит производство диффузионного сока из по меньшей мере производственной партии и/или производство очищенного сока, предпочтительно, из по меньшей мере диффузионного сока, и/или производство сиропа, предпочтительно, из по меньшей мере очищенного сока, и/или производство сахара, предпочтительно, из по меньшей мере сиропа.

Очищенный сок предпочтительно производится из диффузионного сока посредством дефекации диффузионного сока и последующей фильтрации дефекованного сока, при этом дефекация диффузионного сока содержит извлечение и удаление несахаров посредством негашеной извести и углекислого газа. Фильтрация дефекованного сока предпочтительно содержит отфильтровывание хлопьевидных нерастворимых несахаров и негашеной извести.

Сироп предпочтительно получают сгущением очищенного сока в ходе предпочтительно многоступенчатого процесса выпаривания, содержащего выпаривание

жидкости из очищенного сока. Таким образом, из очищенного сока можно получать сироп.

Сахар предпочтительно производят из сиропа в ходе следующих этапов: дополнительное сгущение сиропа, в частности, в условиях вакуума, при этом происходит процесс кристаллизации кристаллов сахара, центрифугирование дополнительно сгущенного сиропа, при котором кристаллы сахара выделяются из патоки под действием центробежных сил. Полученный сахар предпочтительно содержит по меньшей мере 99,7% сахарозы. Затем, полученный сахар можно высушить, в частности, воздушным потоком. За счет сушки сахара можно повысить содержание сахара и снизить содержание влаги.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления способа, анализ по меньшей мере партии для анализа проводится после этапа приемки заданного количества сахарной свеклы и, предпочтительно, до этапа хранения заданного количества сахарной свеклы. Партия для анализа предпочтительно дробиться и/или разрезается на куски клубней сахарной свеклы до анализа по меньшей мере партии для анализа. Нарезание и/или резка производственной партии на куски клубней сахарной свеклы предпочтительно выполняются после анализа по меньшей мере партии для анализа. Анализ по меньшей мере партии для анализа может проводиться на приемном пункте, при этом сахарная свекла предпочтительно принимается на приемном пункте. В предпочтительном варианте, когда анализ по меньшей мере партии для анализа проводится после этапа приемки заданного количества сахарной свеклы и предпочтительно до хранения заданного количества сахарной свеклы, скорость транспортировки находится в диапазоне от 0,05 м/с до 20 м/с, в частности, от 0,05 м/с до 10 м/с, предпочтительно в диапазоне от 0,05 м/с до 5 м/с, предпочтительнее в диапазоне от 0,05 м/с до 1 м/с.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления способа, анализ по меньшей мере партии для анализа проводится после и/или во время хранения заданного количества сахарной свеклы и предпочтительно до подачи кусков клубней сахарной свеклы, в частности, нарезанием. Нарезание и/или резка производственной партии на куски клубней сахарной свеклы предпочтительно осуществляется после анализа по меньшей мере партии для анализа. Анализ по меньшей мере партии для анализа может проводиться в пункте хранения, при этом в пункте хранения предпочтительно хранятся клубни сахарной свеклы. В предпочтительном варианте, когда анализ по меньшей мере партии для анализа проводится после и/или во время хранения заданного количества сахарной свеклы и предпочтительно до подачи кусков клубней сахарной свеклы, в частности, нарезанных, скорость транспортировки находится в диапазоне от 0,05 м/с до 20 м/с, в частности, от 0,05 м/с до 10 м/с, предпочтительно в диапазоне от 0,05 м/с до 5 м/с, предпочтительнее в диапазоне от 0,05 м/с до 1 м/с.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления способа, анализ по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной

партии проводится после подачи кусков клубней сахарной свеклы, в частности, нарезанных, и предпочтительно до производства диффузионного сока из по меньшей мере производственной партии. Партия для анализа предпочтительно нарезается и/или разрезается на куски клубней сахарной свеклы до анализа по меньшей мере партии для анализа. Анализ по меньшей мере партии для анализа может проводиться в процессе производства сахара, в частности, на заводе по производству сахара. Анализ по меньшей мере партии для анализа предпочтительно может проводиться с нарезанными и/или разрезанными кусками клубней сахарной свеклы внутри завода по производству сахара. В предпочтительном варианте, когда анализ по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии проводится после подачи кусков клубней сахарной свеклы, скорость транспортировки находится в диапазоне от 0,05 м/с до 20 м/с, в частности, от 0,05 м/с до 10 м/с, предпочтительно в диапазоне от 0,05 м/с до 5 м/с, предпочтительнее в диапазоне от 0,05 м/с до 1 м/с. Особое преимущество состоит в том, что анализ может проводиться без равномерного распределения кусков клубней сахарной свеклы на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве. По меньшей мере партию для анализа предпочтительно можно анализировать в то время, когда куски клубней сахарной свеклы транспортируются, и без необходимости дополнительного размещения кусков клубней сахарной свеклы на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления способа, анализ по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии проводится после производства отжатого жома, предпочтительно до и/или после сушки отжатого жома. Партия для анализа предпочтительно содержит и/или представляет собой отжатый жом. Партия для анализа нарезается и/или разрезается на куски клубней сахарной свеклы предпочтительно до анализа по меньшей мере партии для анализа. В предпочтительном, когда анализ по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии проводится после производства отжатого жома, скорость транспортировки находится в диапазоне от 0,05 м/с до 20 м/с, в частности, от 0,05 м/с до 10 м/с, предпочтительно в диапазоне от 0,05 м/с до 5 м/с, предпочтительнее в диапазоне от 0,05 м/с до 1 м/с. Отжатый жом предпочтительно производится посредством удаления жидких веществ из по меньшей мере производственной партии и/или по меньшей мере партии для анализа, предпочтительно посредством механического пресса, при этом отжатый жом содержит партию для анализа, и/или выполняется излучение электромагнитных волн в направлении партии для анализа, и/или прием, в частности, отраженных электромагнитных волн, которые были отражены от партии для анализа, причем длина волны электромагнитных волн предпочтительно находится в инфракрасной области спектра, в частности, в ближней инфракрасной области спектра и/или в видимой области спектра, и/или преобразование отраженных электромагнитных волн в спектральный сигнал. Предпочтительно после того, как сахар был экстрагирован из по меньшей мере производственной партии в процессе производства сахара, куски клубней

сахарной свеклы, из которых был экстрагирован сахар, механически отжимаются, в частности, посредством механического пресса, которым можно выжимать жидкость из кусков клубней сахарной свеклы. Предпочтительно, по меньшей мере 20%, в частности, по меньшей мере 44% объемного и/или весового содержания влаги кусков клубней сахарной свеклы выжимается посредством механического пресса и/или посредством извлечения жидких веществ из по меньшей мере производственной партии. Объемное содержание влаги можно понимать как отношение объема воды к общему объему материала. Весовое содержание влаги можно понимать как отношение массы воды к общей массе материала. Выжатая жидкость предпочтительно повторно вводится в процесс производства сахара, так как выжатая жидкость содержит сахар. Затем отжатый жом можно высушивать. Для определения компонентов в отжатом жоме можно применить способ, описанный в настоящей заявке. Анализ компонентов можно выполнять по спектральному сигналу. В частности, по спектральному сигналу можно определять объемное и/или весовое содержание влаги и/или содержание сахара в отжатом жоме.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления способа, анализ проводится как непрерывный процесс, предпочтительно посредством излучения электромагнитных волн и/или приема электромагнитных волн, и/или преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал через интервалы менее чем 100 мс, в частности, менее чем 50 мс, предпочтительно через интервалы 1 мс, 10 мс, 20 мс, 30 мс или 40 мс. Интервалы могут также составлять 1 с, 10 с, 20 с, 30 с или 40 с или несколько минут или несколько часов.

Интервалы между формированием спектральных сигналов предпочтительно составляют меньше чем 100 мс, в частности, меньше чем 50 мс, предпочтительно 10 мс, 20 мс, 30 мс или 40 мс. Интервалы между преобразованием принятых электромагнитных волн в спектральные сигналы предпочтительно составляют меньше чем 100 мс, в частности, меньше чем 50 мс, предпочтительно 10 мс, 20 мс, 30 мс или 40 мс.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления способа, массовая доля партии для анализа составляет по меньшей мере 0,001% или по меньшей мере 0,1%, или по меньшей мере 0,2%, или по меньшей мере 0,5%, или по меньшей мере 1%, или по меньшей мере 10%, или по меньшей мере 25%, или по меньшей мере 50%, или по меньшей мере 80% в заданного количестве сахарной свеклы.

Производственная партия предпочтительно содержит партию для анализа. Производственная партия и партия для анализа предпочтительно являются, по меньшей мере частично, идентичными. Производственная партия и партия для анализа могут содержать одинаковые сахарную свеклу и/или куски клубней сахарной свеклы. Производственная партия и партия для анализа могут состоять из одинаковых сахарной свеклы и/или кусков клубней сахарной свеклы.

Преимущество использования массовой доли партии для анализа по меньшей мере 0,001% состоит в том, что, в частности, в процесс производства сахаров обычно исследуется намного меньшие массовые доли партии для анализа. Следовательно, можно

обеспечить намного большую массовую долю анализируемой сахарной свеклы и/или кусков клубней сахарной свеклы.

Возможен вариант, в котором массовая доля партии для анализа составляет большую долю в заданном количестве сахарной свеклы, например, массовую долю 50% или 80% в заданном количестве сахарной свеклы. Массовая доля партии для анализа может составлять 100% в заданном количестве сахарной свеклы. В этом случае, анализ компонентов проводится для всей сахарной свеклы из заданного количества сахарной свеклы. Объемная доля партии для анализа может составлять по меньшей мере 0,001% или по меньшей мере 0,1%, или по меньшей мере 0,2%, или по меньшей мере 0,5%, или по меньшей мере 1%, или по меньшей мере 10% в заданном количестве сахарной свеклы. Объемная доля партии для анализа может составлять по меньшей мере 50%, в частности, 100% в заданном количестве сахарной свеклы. Массовую долю партии для анализа в заданном количестве сахарной свеклы можно понимать как отношение массы партии для анализа к общей массе заданного количества сахарной свеклы, при этом массовая доля может быть выражена как процентное содержание по массе. Объемную долю партии для анализа в заданном количестве сахарной свеклы можно понимать как отношение объема партии для анализа к общему объему заданного количества сахарной свеклы, при этом объемная доля может быть выражена как процент объема.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления способа, производственная партия содержит партию для анализа. Было бы предпочтительнее, если бы по меньшей мере часть производственной партии являлась партией для анализа. В этом случае, по меньшей мере часть сахарной свеклы и по меньшей мере часть кусков клубней сахарной свеклы, которые относятся к производственной партии, и которые используются для производства сахара на заводе по производству сахара, используются для анализа компонентов. Это особенно полезно, так как сахарная свекла, на которой выполняется анализ компонентов, может также применяться для производства сахара. Следовательно, количество сахарной свеклы для анализа компонентов, которое требуется выбрасывать, оказывается меньше или совсем отсутствует, и тем самым можно повысить эффективность производства сахара.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления способа, способ содержит этап формирования калибровочных данных, включающий в себя взятие пробы сахарной свеклы, предпочтительно установленного количества, например, 10 кг, и предпочтительно перемещение пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, спектроскопический анализ пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, производство свекловичной пульпы из пробы, предпочтительно посредством ножевой мельницы, и экстрагирование свекловичной пульпы, предпочтительно раствором сульфата алюминия или ацетата свинца или водой, эталонный анализ экстрагированной свекловичной пульпы посредством проведения измерений

такими методами, как поляриметрия, эмиссионная фотометрия, флуориметрический метод с использованием о-фталальдегида (OPA), метод с использованием реагента меди, метод с использованием биодатчика на основе иммобилизованного фермента и/или других измерений, сравнение результатов спектроскопического анализа с результатами эталонного анализа, при этом формирование калибровочных данных предпочтительно дополнительно включает в себя один или группу этапов: предварительная обработка спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, при этом предварительная обработка предпочтительно производится посредством мультипликативной коррекции рассеивания (MSC) и/или первых производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, причем предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ, и/или исключение спектральных сигналов, которые не преобразованы из электромагнитных волн, которые отражаются от сахарной свеклы или пропускаются сквозь нее, предпочтительно посредством дифференциации спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации, и/или усреднения спектральных сигналов в один спектральный сигнал, и/или выполнения множественного и/или многофакторного, и/или линейного регрессионного анализа для формирования калибровочных данных, причем калибровочные данные предпочтительно получают посредством анализа главных компонент (PCA) и/или множественной линейной регрессии (MLR), и/или регрессии частных наименьших квадратов (PLS), и/или машинного обучения, в частности, посредством нейронных сетей.

Пробы сахарной свеклы может быть пробой кусков клубней сахарной свеклы. Проба сахарной свеклы может, например, содержать 10 кг или 20 кг или 30 кг сахарной свеклы и/или кусков клубней сахарной свеклы. Можно также использовать другие количества сахарной свеклы и/или кусков клубней сахарной свеклы. Прием электромагнитных волн предпочтительно можно понимать, как прием электромагнитных волн, которые отражаются от пробы. Под свекловичной пульпой может пониматься мягкая масса изрезанных в стружку клубней сахарной свеклы. Эталонный анализ может содержать по меньшей мере одно или группу измерений, при этом может быть выполнено по меньшей мере одно измерение свекловичной пульпы. Калибровочные данные предпочтительно могут формироваться сравнением результатов, полученных путем спектроскопического анализа, с результатами, полученными путем эталонного анализа.

Спектроскопический анализ проводится предпочтительно непрерывно. Калибровочные данные предпочтительно формируются посредством взятия проб в повторяющемся режиме, проведения спектроскопических анализов проб и образования свекловичной пульпы из проб. Калибровочные данные предпочтительно формируются сравнением в повторяющемся режиме результатов спектроскопических анализов с результатами калибровочных анализов. Было бы предпочтительнее, если бы данная процедура повторялась несколько раз, в частности, больше чем 100 раз, предпочтительно

больше чем 1000 раз. Данная процедура предпочтительно проводится с сахарной свеклой с разными компонентами, предпочтительно с относительно мокрой сахарной свеклой, относительно сухой сахарной свеклой, сахарной свеклой с высоким содержанием сахара, сахарной свеклой с низким содержанием сахара и/или сахарной свеклой с изменяющимися компонентами.

Калибровочные данные предпочтительно формируются посредством анализа кусков клубней сахарной свеклы на боковом потоке и/или посредством отбора проб заданного количества из партии для анализа в ходе процессов, в частности, на заводе по производству сахара, предпочтительно через регулярные интервалы времени. Калибровочные данные предпочтительно формируются в течение периода времени по меньшей мере нескольких суток, в частности, по меньшей мере нескольких недель и/или по меньшей мере нескольких месяцев и/или нескольких лет.

Формирование калибровочных данных может также выполняться как статический процесс, при этом проба сахарной свеклы не перемещается вдоль датчика. В таком статическом процессе пробу предпочтительно располагают в заданном положении, в частности, под датчиком, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн.

Преимущество формирования калибровочных данных описанным образом состоит в том, что калибровочные данные можно использовать для надежного определения компонентов сахарной свеклы и/или в кусках клубней сахарной свеклы, в частности, даже для сахарной свеклы с разными компонентами и/или свойствами.

Формирование калибровочных данных предпочтительно содержит разработку и/или оптимизацию, и/или валидацию калибровочной модели, при этом разработка и/или оптимизация, и/или валидация калибровочной модели содержит формирование калибровочного набора, набора для перекрестной проверки и набора для независимой валидации. Калибровочный набор предпочтительно содержит результаты, полученные путем спектроскопического анализа первой части пробы сахарной свеклы. Набор для перекрестной проверки предпочтительно содержит результаты, полученные путем спектроскопического анализа второй части пробы сахарной свеклы. Набор для независимой валидации предпочтительно содержит результаты, полученные путем спектроскопического анализа третьей части пробы сахарной свеклы. Было бы предпочтительнее, если бы первая часть, вторая часть и третья часть пробы были разными частями пробы сахарной свеклы. Первая часть, вторая часть и третья часть предпочтительно берутся из разных проб сахарной свеклы, в частности, из проб сахарной свеклы, которые были собраны на разных участках. Калибровочная модель может быть сформирована по калибровочному набору. Набор для перекрестной проверки можно использовать для разработки, в частности, усовершенствования калибровочной модели. Набор для независимой валидации можно использовать для валидации калибровочной модели. Для модификации или разработки калибровочной модели можно использовать резко отклоняющиеся значения или также выборки в наборе для валидации. В

предпочтительном варианте набор для независимой валидации не используют для изменения и/или разработки калибровочной модели.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит обработку спектрального сигнала для определения компонентов в по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии и/или сравнение спектрального сигнала с калибровочными данными и, в зависимости от сравнения, определения, предпочтительно количественного, компонентов в по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии. Обработка спектрального сигнала выполняется для определения компонентов в по меньшей мере партии для анализа, предпочтительно в партии для анализа и по меньшей мере части производственной партии. Компонентами в по меньшей мере партии для анализа и, предпочтительно, в по меньшей мере части производственной партии может быть, например, что-то одно или более из следующей группы: общее содержание сахара, содержание таких моносахаридов, как глюкоза, фруктоза, галактоза, содержание таких дисахаридов, как сахароза, лактоза, мальтоза, содержание таких олигосахаридов, как раффиноза, мальтодекстрин, целлодекстрин, содержание таких полисахаридов, как инулины, фруктаны, коэффициент экстракции сахара, содержание сухого вещества, сырой протеин, сырая клетчатка, аминокислоты, крахмал, общее содержание сахара, содержание извлекаемого сахара, растворимые азотсодержащие соединения, такие как белки, бетаин, беталаин, бетацианины, бетаксантины, амиды и аминокислоты, нерастворимые азотсодержащие соединения, такие как нерастворимые белки, безазотистые органические вещества, такие как пектины, сапонины, органические кислоты, содержание выжимок, содержание жиров, содержание спиртов, содержание структурообразующих углеводов, таких как NDF (нейтрально-расщепляемая клетчатка), ADF (кислотно-расщепляемая клетчатка), ADL (кислотно-расщепляемый лигнин) или содержание гемицеллюлозы, целлюлозы, лигнина, минеральное содержание, содержание щелочных металлических элементов и их неорганических соединений, таких как натрий, хлорид натрия, содержание металлических элементов и неорганических соединений, таких как кальций, карбонат кальция, магний, оксид магния, содержание металлоидных элементов и неорганических соединений, таких как бор, боратные минералы, селен, кремний, содержание неметаллических элементов и неорганических соединений, таких как углерод, карбонаты, фосфор, фосфаты, сера, йод. Компоненты могут определяться качественно и/или количественно.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления способа, длина волны электромагнитных волн находится в инфракрасной области спектра, предпочтительно в ближней инфракрасной области спектра, и/или в микроволновом диапазоне и/или в видимой области спектра, и/или в ультрафиолетовой области спектра, и/или спектральный сигнал преобразуется посредством спектроскопии, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS), спектроскопии в средней инфракрасной области спектра, спектроскопии в дальней инфракрасной области спектра, терагерцевой спектроскопии и/или спектроскопии в ультрафиолетовой и видимой

областях спектра (UV-Vis), и/или спектроскопия комбинационного рассеяния, и/или спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS), и/или флуоресцентной спектроскопии и/или методом формирования гиперспектральных изображений, и/или методом ядерного магнитного резонанса, и/или путем сочетания формирования гиперспектральных изображений с разными спектроскопическими методами, и/или сочетаний разных спектроскопических методов, при этом анализ проводится посредством камеры и/или посредством сочетания камеры с разными спектроскопическими методами.

Инфракрасная область спектра предпочтительно содержит длины волн в диапазоне от 750 нм до 1000000 нм. Ближняя инфракрасная область спектра предпочтительно содержит длины волн в диапазоне от 750 нм до 2500 нм. Видимая область спектра предпочтительно содержит длины волн в диапазоне от 400 нм до 750 нм. Кроме того, длина волны электромагнитных волн предпочтительно находится в ультрафиолетовой области спектра, при этом ультрафиолетовая область спектра предпочтительно содержит длины волн в диапазоне от 10 нм до 400 нм.

Спектральный сигнал предпочтительно преобразуется посредством спектроскопии, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS) и/или спектроскопии в средней инфракрасной области, и/или спектроскопии в дальней инфракрасной области, и/или спектроскопии в ультрафиолетовой и видимой областях спектра (UV-Vis), и/или спектроскопии комбинационного рассеяния, и/или спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS). В частности, можно применить сочетание разных спектроскопических методов, а также в сочетании с гиперспектральными изображениями, при этом для анализа компонентов предпочтительно можно объединять спектральные сигналы, преобразованные посредством разных спектроскопических методов. Ядерный магнитный резонанс предпочтительно можно также применять в сочетании с любым из вышеупомянутых спектроскопических методов.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит изменение по меньшей мере одного параметра производства сахара, в частности, импульсов и/или чисел импульсов электрического поля и/или температуру технологического процесса и/или скорость транспортировки, и/или длительность нахождения производственной партии в реакторе, в зависимости от обнаруженных компонентов в по меньшей мере партии для анализа, и/или изменение по меньшей мере одного параметра процесса сушки для сушки отжатого жома, в частности, времени сушки и/или температуры сушки для сушки отжатого жома, в зависимости от обнаруженных компонентов в по меньшей мере партии для анализа, и/или изменение по меньшей мере порядка, в котором сахарная свекла подается в процесс производства сахара, в зависимости от обнаруженных компонентов в по меньшей мере партии для анализа.

При очистке свекловичного сока можно использовать известковое молоко и CO<sub>2</sub>. Для получения CaO и CO<sub>2</sub> можно использовать кокс и известковый шпат. Негашеная известь в обычном процессе может составлять около 2% от корней сахарной свеклы. Классическая очистка сока может состоять из дефекации, сатурации, отделения грязи и

сульфитации. В таком процессе очистки, из сахара могут удаляться части несахаров. Знание о качестве сахарной свеклы может способствовать корректировке процесса очистки, в частности, корректировке количества вводимого известкового шпата. Преимущество оптимизации ввода известкового шпата состоит в том, что затраты можно уменьшать, если удастся уменьшить количество известкового шпата. Кроме того, результаты анализа снижения качества сахарной свеклы во время хранения сахарной свеклы можно использовать для коррекции введения известкового шпата. Кроме того, на основании определения качества корнеплодов можно корректировать количество воды, добавляемой во время экстрагирования. Релевантными параметрами могут быть содержание сахарозы и содержание несахарных компонентов, таких как белки, пектины, неорганические соли, органических кислот, красящих веществ, таких как глюкоза и/или фруктоза, при этом аминокислотный азот и все растворимые азотсодержащие соединения могут отрицательно повлиять на переработку корнеплодов сахарной свеклы из-за изменений цвета сока и снижения щелочности.

Поврежденные клубни сахарной свеклы, которые могут повреждаться размораживанием клубней сахарной свеклы или иным повреждением клубней сахарной свеклы, могут иметь измененное качество, которое может повлиять на процесс фильтрации во время экстрагирования сахара. Введение декстраназы во время экстрагирования сахара может улучшить процесс фильтрации. Анализ присутствия и количества поврежденных клубней сахарной свеклы можно использовать для оптимизации количества введения/добавления декстраназы. При оптимизации добавления декстраназы, экстрагирование сахарной свеклы можно сделать более экономичным.

Кроме того, анализ плотности клубней сахарной свеклы может способствовать оптимизации процесса разрезания и/или нарезания, например, посредством коррекции остроты режущих ножей и/или заменой режущих ножей.

От клубней сахарной свеклы могут отрезаться кончики корней во время уборки, при этом верхушки сахарной свеклы могут содержать меньше сахара и больше компонентов, которые могут отрицательно повлиять на процесс производства сахара, например, азотистые соединения, по сравнению с другими частями клубней сахарной свеклы. В частности, верхушки сахарной свеклы могут содержать зелень и листья. Определение количества верхушек сахарной свеклы или количества зелени в пробе сахарной свеклы предпочтительно можно использовать для оценки качества пробы сахарной свеклы и, следовательно, для корректировки процесса производства сахара в зависимости от качества пробы сахарной свеклы.

В производстве сахара, импульсы электрического поля могут подаваться в электрическую реакционную камеру, которая считается частью устройства, в котором электрические токи и/или электрические поля воздействуют на целевые материалы, в частности, на куски клубней сахарной свеклы, предпочтительно, по меньшей мере куски клубней сахарной свеклы производственной партии. Электрическая реакционная камера понимается как электропорационное устройство, при этом импульсы электрического поля

подводятся к клеткам, чтобы повышать проницаемость клеточных мембран с целью ускорения процесса экстрагирования сахарозы из по меньшей мере производственной партии. Понятие число импульсов относится к числу импульсов электрического поля, которые подаются в электрическую реакционную камеру в течение некоторого периода времени, в частности, числу импульсов электрического поля в секунду. Температура технологического процесса может быть температурой жидкости, в частности, воды, в камере или реакторе, предпочтительно в электрической реакционной камере, или температурой воды, подаваемой в камеру, предпочтительно электрическую реакционную камеру. Скорость транспортировки может быть скоростью потока по меньшей мере партии для анализа, при этом поток по меньшей мере производственной партии создается транспортировкой по меньшей мере партии для анализа вдоль направления транспортировки посредством транспортировочного устройства. Длительность нахождения производственной партии в реакторе предпочтительно равна длительности нахождения по меньшей мере производственной партии в реакторе, в частности, в электрической реакционной камере. Параметром процесса сушки для сушки отжатого жома может быть длительность сушки отжатого жома и/или температура, обеспечиваемая для сушки отжатого жома.

Порядок, в котором сахарная свекла подается в процесс производства сахара можно эффективно регулировать так, чтобы повышать эффективность производства сахара. В частности, можно формировать очередь ожидания в зависимости от обнаруженных компонентов в разных клубнях сахарной свеклы и/или разных множествах клубней сахарной свеклы и/или разных кусках клубней сахарной свеклы. Клубни сахарной свеклы предпочтительно сортируются в зависимости от выявленных анализом компонентов в клубнях сахарной свеклы. Таким образом, в предпочтительном варианте клубни сахарной свеклы одинакового качества можно отсортировать и перерабатывать совместно в процессе производства сахара на заводе по производству сахара, при этом параметры производства сахара можно корректировать для максимально эффективного экстрагирования сахара из клубней сахарной свеклы.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления способа, этап подачи кусков клубней сахарной свеклы из партии для анализа выполняется измельчающим устройством, при этом измельчающее устройство выполнено с возможностью дробления и/или резки партии для анализа на, по существу, равные по размеру куски клубней сахарной свеклы, и/или этап подачи кусков клубней сахарной свеклы из партии для анализа и/или производственной партии выполняется нарезающим устройством, при этом нарезающее устройство выполнено с возможностью резки партии для анализа и/или производственной партии на куски клубней сахарной свеклы, которые формируются в виде стружки и/или тонких удлиненных полосок.

Измельчение партии для анализа и/или производственной партии на куски клубней сахарной свеклы может выполняться измельчающим устройством, при этом измельчающее устройство выполнено с возможностью резки и/или дробления партии для

анализа и/или производственной партии на, по существу, равные по размеру куски клубней сахарной свеклы.

Куски клубней сахарной свеклы предпочтительно измельчаются дроблением клубней сахарной свеклы на куски клубней сахарной свеклы, в частности, посредством изогнутых ножей, которые предназначены для дробления клубней сахарной свеклы на куски клубней сахарной свеклы вместо разрезания клубней сахарной свеклы. При дроблении куски клубней сахарной свеклы, куски клубней сахарной свеклы разбиваются на куски клубней сахарной свеклы, при этом раздробленные куски клубней сахарной свеклы являются вполне сухими и, в частности, не содержат плоской и мокрой поверхности разреза.

Подача кусков клубней сахарной свеклы может также содержать нарезание партии для анализа и/или производственной партии на куски клубней сахарной свеклы нарезающим устройством, при этом нарезающее устройство выполнено с возможностью резки и/или нарезания партии для анализа и/или производственной партии на куски клубней сахарной свеклы, которые формируются в виде стружки и/или тонких удлиненных полосок.

Производственная партия может быть предпочтительно нарезана и/или разрезана на куски клубней сахарной свеклы посредством нарезающего устройства, при этом нарезающее устройство выполнено с возможностью резки партии для анализа и/или производственной партии на куски клубней сахарной свеклы, которые формируются в виде тонких удлиненных полосок. Куски клубней сахарной свеклы предпочтительно разрезаются, при этом нарезающее устройство содержит лезвия и/или ножи для резки и/или нарезания клубней сахарной свеклы на куски клубней сахарной свеклы. Куски клубней сахарной свеклы, сформированные в виде тонких удлиненных полосок, могут также называться стружкой. Разрезание клубней сахарной свеклы на куски клубней сахарной свеклы, которые формируются в виде тонких удлиненных полосок, дает, в частности, преимущество потому, что площадь поверхности кусков клубней сахарной свеклы является сравнительно большой, что может приводить к улучшению экстрагируемости сахара из данных кусков клубней сахарной свеклы, которые формируются в виде тонких удлиненных полосок. Длина кусков клубней сахарной свеклы, которые формируются в виде тонких удлиненных полосок, предпочтительно является меньшей мере в три раза больше, в частности, по меньшей мере в пять раз больше, чем толщина кусков клубней сахарной свеклы, которые формируются в виде тонких удлиненных полосок.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления способа, по меньшей мере одно транспортировочное устройство содержит первую транспортировочную секцию, главную транспортировочную секцию и вторую транспортировочную секцию, при этом главная транспортировочная секция располагается после первой транспортировочной секции и до второй транспортировочной секции, и/или причем по меньшей мере одно транспортировочное устройство содержит боковую

секцию, расположенную после первой транспортировочной секции и до второй транспортировочной секции. Способ предпочтительно дополнительно содержит транспортировку производственной партии и партии для анализа вдоль первой транспортировочной секции, и/или транспортировку по меньшей мере партии для анализа вдоль боковой секции, и/или транспортировку по меньшей мере части производственной партии, в частности, кусков клубней сахарной свеклы, которые не входят в партию для анализа, вдоль главной транспортировочной секции, и/или транспортировка производственной партии вдоль второй транспортировочной секции, и/или транспортировка партии для анализа вдоль второй транспортировочной секции и/или отправление в отбросы партии для анализа.

Указания после и до понимаются в том смысле, что, при транспортировке по меньшей мере партии для анализа посредством по меньшей мере одного транспортировочного устройства вдоль направления транспортировки, создается поток по меньшей мере партии для анализа, и поток по меньшей мере партии для анализа движется вдоль направления транспортировки со стороны до в сторону после. В частности, поток по меньшей мере партии для анализа движется со стороны до в сторону после.

В предпочтительном варианте первая транспортировочная секция содержит входной конец и выходной конец, главная транспортировочная секция содержит входной конец и выходной конец, и вторая транспортировочная секция содержит входной конец и выходной конец, при этом выходной конец первой транспортировочной секции соединяется с входным концом главной транспортировочной секции и выходной конец главной транспортировочной секции соединяется с входным концом второй транспортировочной секции. Первая транспортировочная секция, главная транспортировочная секция и вторая транспортировочная секция могут быть секциями одного и того же транспортировочного устройства. Первая транспортировочная секция, главная транспортировочная секция и вторая транспортировочная секция могут приводиться в движение по отдельности, в частности, посредством электродвигателей.

В еще одном предпочтительном варианте транспортировочное устройство содержит боковую секцию, расположенную после первой транспортировочной секции и до второй транспортировочной секции.

Боковая секция предпочтительно содержит входной конец и выходной конец, при этом входной конец соединяется с выходным концом первой транспортировочной секции. Партия для анализа предпочтительно транспортируется вдоль боковой секции, от входного конца боковой секции к выходному концу боковой секции. Выходной конец боковой секции может соединяться с входным концом второй транспортировочной секции.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит транспортировку производственной партии и партии для анализа вдоль первой транспортировочной секции и/или транспортировку по меньшей мере партии для анализа вдоль боковой секции, и/или транспортировку по меньшей мере части

производственной партии, в частности, кусков клубней сахарной свеклы, которые не входят в партию для анализа, вдоль главной транспортировочной секции.

Куски клубней сахарной свеклы предпочтительно разделяются, при этом партия для анализа направляется из потока кусков клубней сахарной свеклы на первой транспортировочной секции в боковой поток на боковой секции. Боковой поток предпочтительно сливается с потоком других кусков клубней сахарной свеклы на второй транспортировочной секции. Боковая секция может располагаться после и, в частности, вблизи первой транспортировочной секции, и до и, в частности, вблизи второй транспортировочной секции. В частности, боковая секция соединяет первую транспортировочную секцию и вторую транспортировочную секцию в качестве альтернативного транспортировочного маршрута. Таким образом, часть кусков клубней сахарной свеклы, в частности, часть, которая не включает в себя партию для анализа, может транспортироваться вдоль главной транспортировочной секции, и часть сахарной свеклы, в частности, партия для анализа, может транспортироваться вдоль боковой транспортировочной секции.

Скорость транспортировки кусков клубней сахарной свеклы, которые располагаются на боковой секции, предпочтительно является ниже, в частности, меньше половины скорости транспортировки кусков клубней сахарной свеклы, которые располагаются на главной секции и/или первой транспортировочной секции, и/или второй транспортировочной секции.

Способ предпочтительно содержит транспортировку производственной партии вдоль второй транспортировочной секции и/или транспортировку партии для анализа вдоль второй транспортировочной секции, и/или отправление в отбросы партии для анализа.

Производственная партия и партия для анализа предпочтительно транспортируются вдоль второй транспортировочной секции от входного конца второй транспортировочной секции к выходному концу второй транспортировочной секции. В случае, когда партия для анализа не транспортируется к второй транспортировочной секции, партия для анализа может направляться в отбросы, в частности, после проведения анализа компонентов на партии для анализа на боковой секции.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления способа, излучение электромагнитных волн в направлении по меньшей мере партии для анализа осуществляется тогда, когда партия для анализа располагается на и предпочтительно транспортируется вдоль первой транспортировочной секции и/или располагается на и предпочтительно транспортируется вдоль боковой секции, и/или при этом излучение электромагнитных волн в направлении производственной партии осуществляется тогда, когда производственная партия располагается на и предпочтительно транспортируется вдоль первой транспортировочной секции.

Анализ компонентов по меньшей мере партии для анализа предпочтительно проводится на по меньшей мере партии для анализа, которая располагается на боковой

секции. Анализ компонентов по меньшей мере партии для анализа может, в качестве альтернативы или дополнительно, проводится на по меньшей мере партии для анализа, которая располагается на первом транспортировочном устройстве или на втором транспортировочном устройстве.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит равномерное и/или неравномерное распределение кусков клубней сахарной свеклы на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве, предпочтительно валиком, который располагается над по меньшей мере одним транспортировочным устройством, или без валика.

Предпочтительно равномерное распределение кусков клубней сахарной свеклы на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве выполняется для по меньшей мере партии для анализа, когда на боковой секции располагается по меньшей мере партия для анализа.

Равномерное распределение кусков клубней сахарной свеклы может быть распределением с постоянной плотностью кусков клубней сахарной свеклы. Равномерное распределение кусков клубней сахарной свеклы предпочтительно относится к распределению кусков клубней сахарной свеклы таким образом, чтобы высота кусков клубней сахарной свеклы на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве была постоянной или изменялась в пределах предпочтительно  $\pm 5$  см. Равномерно распределенные куски клубней сахарной свеклы могут располагаться на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве, с заданной и постоянной высотой и/или шириной, при этом изменения могут иметь место предпочтительно в пределах  $\pm 5$  см. В частности, поток кусков клубней сахарной свеклы, который образуется из транспортировочного устройства, имеет заданную и постоянную высоту и/или ширину, при этом направление ширины относится к направлению, ортогональному направлению транспортировки и параллельному плоскости, в которой куски клубней сахарной свеклы располагаются на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве, при этом направление высоты относится к направлению, ортогональному направлению транспортировки и ортогональному плоскости, в которой куски клубней сахарной свеклы располагаются на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве. Описанный процесс может выполняться аналогичным образом для неравномерного распределения кусков клубней сахарной свеклы, например, для непосредственных измерений стружки или высушенного жома. Никаких заданных и/или постоянных высоты или ширины предпочтительно не требуется. В предпочтительном варианте может выполняться равномерное распределение клубней сахарной свеклы посредством валика и/или неравномерное распределение клубней сахарной свеклы без валика.

В предпочтительном варианте равномерное распределение выполняется посредством валика, при этом валик предпочтительно располагается так, чтобы ось валика находилась на фиксированном и постоянном расстоянии над по меньшей мере одним транспортировочным устройством. По меньшей мере партия для анализа предпочтительно

прижимается валиком до некоторой высоты, при этом, в частности, поверхность по меньшей мере партии для анализа является гладкой и ровной. Валик может приводиться во вращение потоком по меньшей мере партии для анализа и/или электродвигателем, при этом валик может приводиться в движение в направлении потока по меньшей мере партии для анализа, которая движется вдоль направления транспортировки, или противоположном направлении.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления способа, в частности, когда анализ по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии проводится после производства отжатого жома, компоненты в партии для анализа предпочтительно содержат что-то одно или более из следующей группы: содержание сухого вещества, содержание белка, содержание углеводов, содержание клетчатки, содержание целлюлозы; содержание гемицеллюлозы; содержание нейтрально-расщепляемой клетчатки (NDF), содержание кислотно-расщепляемой клетчатки (ADF), содержание ADL (кислотно-расщепляемого лигнина); содержание лигнина, содержание аминокислот, содержание крахмала, общее содержание сахара, содержание моносахаридов; содержание олигосахаридов; содержание полисахаридов; и/или общее энергосодержание, кормовые единицы для молочного производства (силосно-молочные единицы - UFL), метаболическая энергия (ME), минеральное содержание. В предпочтительном варианте, в частности, когда анализ по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии после подачи кусков клубней сахарной свеклы, в частности, нарезанных, и предпочтительно до производства диффузионного сока из по меньшей мере производственной партии, компоненты в партии для анализа предпочтительно содержат что-то одно или более из следующей группы: общее содержание сахара, содержание таких моносахаридов, как глюкоза; фруктоза; галактоза; содержание таких дисахаридов, как сахароза, лактоза, мальтоза; содержание таких олигосахаридов, как раффиноза, мальтодекстрин, целлодекстрин; содержание таких полисахаридов, как инулины, фруктаны; коэффициент экстракции сахара; содержание сухого вещества, сырой протеин, сырая клетчатка, аминокислоты, крахмал, общее содержание сахара, содержание извлекаемого сахара, растворимые азотсодержащие соединения, такие как белки, бетаин, беталаин, бетацианины, бетаксантины, амиды и аминокислоты; нерастворимые азотсодержащие соединения, такие как белки; безазотистые органические вещества, такие как пектины, сапонины, органические кислоты; содержание выжимок; содержание жиров; содержание спиртов; содержание структурообразующих углеводов, таких как NDF (нейтрально-расщепляемая клетчатка); ADF (кислотно-расщепляемая клетчатка); содержание ADL (кислотно-расщепляемого лигнина) или гемицеллюлозы; целлюлоза; лигнин; минеральное содержание; содержание щелочных металлических элементов и их неорганических соединений, таких как натрий; хлорид натрия; содержание металлических элементов и неорганических соединений, таких как кальций; карбонат кальция, магний, оксид магния; содержание металлоидных элементов и неорганических соединений, таких как бор, боратные минералы, селен,

кремний; содержание неметаллических элементов и неорганических соединений, таких как углерод, карбонаты, фосфор, фосфаты; сера, йод.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит изменение по меньшей мере одного параметра производства сахара, в частности, импульсов и/или числа импульсов электрического поля и/или температуры технологического процесса, и/или скорости транспортировки, и/или длительности нахождения производственной партии в реакторе, в зависимости от обнаруженных компонентов в отжатом жоме партии для анализа, и/или изменение по меньшей мере одного параметра процесса сушки для сушки отжатого жома, в частности, времени сушки и/или температуры сушки для сушки отжатого жома, в зависимости от обнаруженных компонентов в отжатом жоме партии для анализа, и/или изменение по меньшей мере порядка, в котором сахарная свекла подается в процесс производства сахара, в зависимости от обнаруженных компонентов в отжатом жоме партии для анализа. По параметрам производства сахара следует обратиться к определениям и предпочтительным вариантам осуществления, описанным выше.

В соответствии с дополнительным аспектом предлагается способ формирования калибровочных данных для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, содержащий этап взятия пробы сахарной свеклы, предпочтительно установленного количества, например, 10 кг, и предпочтительно этап перемещения пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, этап спектроскопического анализа пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, этап производства свекловичной пульпы из пробы, предпочтительно посредством ножевой мельницы, и этап экстрагирования свекловичной пульпы, предпочтительно раствором сульфата алюминия или ацетата свинца, или водой, этап эталонного анализа экстрагированной свекловичной пульпы посредством проведения измерений такими методами, как поляриметрия, эмиссионная фотометрия, флуорометрический метод с использованием о-фталальдегида (ОФА), метод с использованием реагента меди, метод с использованием биодатчика на основе иммобилизованного фермента и/или других измерений, сравнение результатов спектроскопического анализа с результатами эталонного анализа.

Дополнительные полезные варианты осуществления вышеописанного способа можно реализовать сочетанием некоторых или всех предпочтительных признаков, описанных в настоящей заявке.

В соответствии с дополнительным аспектом, предлагается система для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, содержащее приемную секцию для приемки заданного количества сахарной свеклы, включающего в себя производственную партию сахарной свеклы для производства сахара и партию для анализа сахарной свеклы для анализа компонентов и, возможно, для

производства сахара, измельчающее устройство, при этом измельчающее устройство выполнено с возможностью дробления и/или резки партии для анализа на, по существу, равные по размеру куски клубней сахарной свеклы, и/или нарезающее устройство, причем нарезающее устройство выполнено с возможностью резки партии для анализа и/или производственной партии на куски клубней сахарной свеклы, которые формируются в виде стружки и/или тонких удлиненных полосок, транспортировочное устройство для транспортировки по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии, блок системы анализа, выполненный с возможностью излучения электромагнитных волн в направлении по меньшей мере партии для анализа, которая располагается на транспортировочном устройстве, причем блок системы анализа предпочтительно выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, и/или причем блок системы анализа предпочтительно выполнен с возможностью преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, устройство производства диффузионного сока для производства диффузионного сока из по меньшей мере производственной партии, и/или блок управления для управления блоком системы анализа и/или для приема данных из блока системы анализа, причем блок управления предпочтительно предназначен для изменения по меньшей мере одного параметра производства сахара, в частности, импульсов и/или чисел импульсов электрического поля и/или температуры технологического процесса и/или скорости транспортировки, и/или длительности нахождения производственной партии в реакторе, и/или подачи известкового молока и CO<sub>2</sub> в очистку диффузионного сока, и/или корректировки процессов дефекации, сатурации, отделения грязи и сульфитации при очистке сока, в зависимости от компонентов, обнаруженных блоком системы анализа, и/или изменения по меньшей мере одного параметра процесса сушки для сушки отжатого жома, в частности, времени сушки и/или температуры сушки для сушки отжатого жома в зависимости от компонентов, обнаруженных блоком системы анализа, и/или изменения по меньшей мере порядка, в котором сахарная свекла подается в процесс производства сахара в зависимости от компонентов, обнаруженных блоком системы анализа.

В процессе производства сахара, из азотистых соединений может образоваться аммоний, при этом аммоний может быть летучим и может ухудшать качество воздуха внутри завода по производству сахара и вне завода по производству сахара. В предпочтительном варианте, путем анализа качества сахарной свеклы параметры производства сахара можно корректировать таким образом, чтобы содержание аммония в воздухе можно было снизить, и качество воздуха можно было повысить, что было бы полезно для людей внутри завода по производству сахара и для экологического воздействия завода по производству сахара. Выбросы CO<sub>2</sub> можно уменьшить предпочтительно корректировкой параметров производства сахара. В процессе экстрагирования сахара, например, можно корректировать добавление воды и/или изменение процесса резки клубней сахарной свеклы, и/или изменения времени экстрагирования сахара.

Система предпочтительно содержит механический пресс, в частности, жомовый пресс, который специально предназначен для отжима кусков клубней сахарной свеклы, для выделения жидкости из кусков клубней сахарной свеклы. Приемная секция может быть секцией и/или пунктом для приемки сахарной свеклы из транспортных средств, таких как, грузовые автомобили и/или поезда. Приемная секция может быть впускной частью измельчающего устройства, при этом клубни сахарной свеклы подаются в измельчающее устройство через впускную часть. Приемная секция может быть впускной частью нарезающего устройства, при этом сахарная свекла подается в нарезающее устройство через впускную часть. Блок системы анализа предпочтительно содержит источник электромагнитных волн для излучения электромагнитных волн в направлении по меньшей мере партии для анализа, которая располагается на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве. Блок системы анализа предпочтительно содержит датчик для приема отраженных электромагнитных волн. Блок системы анализа предпочтительно содержит спектрометр, в частности, спектрометр, который предназначен для спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS); и/или спектроскопии в средней инфракрасной области; и/или спектроскопии в дальней инфракрасной области; и/или спектроскопии в ультрафиолетовой и видимой областях спектра (UV-Vis), и/или спектроскопия комбинационного рассеяния, и/или спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS), и/или формирования гиперспектральных изображений; и/или для сочетания вышеперечисленного. Источник электромагнитных волн может быть или нет частью спектрометра. Датчик может быть или нет частью спектрометра. В сочетании с любым из вышеупомянутых спектроскопических методов можно также применять ядерный магнитный резонанс.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, система содержит блок управления для управления блоком системы анализа и/или для приема данных из блока системы анализа, причем блок управления предпочтительно предназначен для изменения по меньшей мере одного параметра производства сахара, в частности, импульсов и/или чисел импульсов электрического поля и/или температуры технологического процесса, и/или скорости транспортировки, и/или длительности нахождения производственной партии в реакторе, в зависимости от компонентов, обнаруженных блоком системы анализа, и/или изменения по меньшей мере одного параметра процесса сушки для сушки отжатого жома, в частности, времени сушки и/или температуры сушки для сушки отжатого жома, в зависимости от компонентов, обнаруженных блоком системы анализа, и/или изменения по меньшей мере порядка, в котором сахарная свекла подается в процесс производства сахара, в зависимости от компонентов, обнаруженных блоком системы анализа.

Блок управления может принимать данные и/или сигналы из блока системы анализа. Блок управления выполнен с возможностью изменения по меньшей мере одного, предпочтительно группы, параметра(ов) производства сахара в зависимости от принятых данных и/или от принятых сигналов. Таким образом, параметры производства сахара

можно корректировать изменением параметров производства сахара, которые соответствуют кускам клубней сахарной свеклы, которая в настоящее время находится на заводе по производству сахара. Преимущество изменения параметров производства сахара таким образом, состоит в том, что сахар можно эффективнее экстрагировать из кусков клубней сахарной свеклы.

В соответствии с дополнительным аспектом предлагается завод по производству сахара, содержащий систему, описанную в настоящей заявке.

В соответствии с дополнительным аспектом предлагается применение блока системы анализа на заводе по производству сахара, в частности, таком заводе по производству сахара, который описан в настоящей заявке, и/или применение системы для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, в частности, такой системы для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, которое описано в настоящей заявке, на заводе по производству сахара, в частности, заводе по производству сахара по предыдущему пункту, и/или применение способа определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, в частности, такого способа определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, который описан в настоящей заявке, на заводе по производству сахара, в частности, таком заводе по производству сахара, который описан в настоящей заявке.

Дополнительные вышеописанные аспекты и их соответствующие возможные варианты осуществления содержат признаки и/или этапы способа, которые особенно подходят для применения со способом и/или в связи с применением способа и его предпочтительных вариантов осуществления, описанных в настоящей заявке.

По преимуществам, предпочтительным вариантам осуществления и деталям разных отдельных аспектов и их предпочтительных вариантов осуществления также следует обращаться к описанию и, в частности, к описанным преимуществам, предпочтительным вариантам осуществления и деталям, описанным со ссылкой на соответствующие другие аспекты.

Дополнительные полезные варианты осуществления получаются в результате сочетания отдельных, нескольких или всех предпочтительных признаков, описанных в настоящей заявке.

В соответствии с дополнительным аспектом, предлагается способ обнаружения болезней растений в растительном материале и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды в растительном материале, при этом способ содержит этап приемки растительного материала, этап излучения электромагнитных волн в направлении растительного материала, этап приема электромагнитных волн, этап преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал и предпочтительно обработки спектрального сигнала, этап определения болезней растений в растительном материале и/или физиологических свойств, в частности, метаболитов, подверженных воздействию окружающей среды, в

растительном материале.

Термин «растительный материал», который может применяться в настоящем изобретении, охватывает различные модификации растения, в том числе, но без ограничения, листья, корни, корнеплоды, клубнеплоды, стебель, плоды и другие растительные ткани любой части растения, каллюс или адвентивная зародышевая ткань (называемая далее в настоящей заявке как «каллюс и т.п.» или просто «каллюс»), или растение целиком. Предпочтительная форма растительного материала, применяемого в способе по настоящему изобретению, представляет собой корни корнеплоды или клубнеплоды.

Растительный материал может быть корнеплодами и/или клубнеплодами, в частности, вида *Beta vulgaris* (свекла столовая) и/или *Solanum tuberosum* (картофель). Растительный материал может быть частью корнеплодов и/или клубнеплодов, в частности, видов *Beta vulgaris* и/или *Solanum tuberosum*. Растительный материал предпочтительно содержит или представляет собой что-то одно или более из следующей группы: сахарная свекла, мангольд, свекла листовая, свекла обыкновенная, свекла кормовая, картофель. Растительный материал может быть небольшой или большой частью партии растительного материала, в частности, частью партии растительного материала, которая используется для производственных процессов и/или селекционных процессов. Растительный материал может содержать или состоять из одной или нескольких частей растения. Растительный материал может, например, содержать или состоять из листьев или их частей, в частности, формованной части листа. Растительный материал может, например, содержать или состоять из нескольких листьев или их частей, в частности, формованных частей нескольких листьев.

Приемка растительного материала предпочтительно производится приемкой грузовика с растительным материалом и/или контейнера растительного материала, и/или товарного вагона растительного материала, и/или заданного количества растительного материала с участка для селекционных процессов и/или заданного количества растительного материала для полевых опытов и/или растительного материала из теплицы.

Электромагнитные волны, которые излучаются на растительный материал, находятся в инфракрасной области спектра (от 0,7 мкм до 1000 мкм) и/или в микроволновом диапазоне (от 2 см<sup>-1</sup> до 130 см<sup>-1</sup>), и/или в видимой области спектра (от 380 нм до 750 нм), и/или в ультрафиолетовой области спектра (от 10 нм до 380 нм).

Спектральный сигнал предпочтительно преобразуется посредством спектроскопии, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS), спектроскопии в средней инфракрасной области спектра и/или спектроскопии в дальней инфракрасной области спектра, и/или терагерцевой спектроскопии, и/или спектроскопии в ультрафиолетовой и видимой областях спектра (UV-Vis), и/или спектроскопии комбинационного рассеяния, и/или спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS), и/или флуоресцентной спектроскопии, и/или изображений, а также гиперспектральных изображений и/или сочетания изображений и/или гиперспектральных

изображений со спектроскопическими методами, и/или сочетаний разных спектроскопических методов и/или флуоресцентной визуализации.

Электромагнитные волны предпочтительно отражаются от растительного материала, и отраженные электромагнитные волны принимаются, в частности, датчиком, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн. Электромагнитные волны предпочтительно отражаются от растительного материала или его части. Электромагнитные волны могут также, по меньшей мере частично, пропускаться сквозь растительный материал, и электромагнитные волны могут приниматься, в частности, датчиком, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн. Электромагнитные волны предпочтительно пропускаются сквозь растительный материал или его часть.

Принятые электромагнитные волны предпочтительно преобразуются в спектральный сигнал, при этом спектральный сигнал формируется в зависимости от принятых электромагнитных волн.

Способ предпочтительно содержит этап обработки спектрального сигнала для определения болезней растений в растительном материале. Обработка спектрального сигнала для определения болезней растений в растительном материале может выполняться для определения болезней растений в растительном материале или по меньшей мере в части растительного материала. Болезни растений предпочтительно определяются в зависимости от спектрального сигнала, в частности, в зависимости от информации спектрального сигнала.

Болезни растений могут, например, определяться в клубнях сахарной свеклы. Определение болезней растений предпочтительно содержит определение, присутствуют ли в растительном материале одна или группа из следующих болезней растений, в частности, болезней сахарной свеклы, и/или определение уровня поражения одной или группой из следующих болезней растений, в частности, болезней сахарной свеклы:

- Ризомания,
- Поражение почвенным вирусом сахарной свеклы,
- Поражение вирусом слабого пожелтения свеклы,
- Афаномицитная корневая гниль,
- Ризоктониоз (бурая гниль),
- Фиолетовая корневая гниль,
- Фиматотрихозная корневая гниль,
- Фитофторная корневая гниль,
- Питиозная корневая гниль,
- Фомозная корневая гниль,
- Некроз сосудистых пучков и гниль свеклы,
- Корневой рак,
- Парша,
- Синдром «basses richesses»,

Заражение вредителями, вызванное чем-то одним или более из следующей группы: проволочник, совки, моль, тля, крошка свекловичная, металловидка-гамма, пятнистая змеиная многоножка, свекловичный долгоносик, щитоноска, огородные блошки, цикада, мотыльки, корнегрыз, долгоножка, вилохвостка, чернотелка, муха свекловичная, свекловичная минирующая мушка, свекловичная тля, садовый или тепличный симфилид, вилохвостка, южный свекловичный долгоносик, истинный долгоносик, стеблеед свекловичный, клоп слепняк, совка огородная, африканская хлопковая совка, гусеница, питающаяся листьями, серый свекловичный долгоносик, клещ двупятнистый паутинный, трипс.

Определение болезней растений и заражения вредителями предпочтительно содержит определение, присутствуют ли одно или группа из болезней растений и заражений вредителями, представленных в нижеследующей таблице, в частности, болезней сахарной свеклы, в растительном материале, и/или вызвали ли изменение в растительном материале, и/или определение уровня заражения вредителями одной или группой из следующих болезней растений, в частности, болезней сахарной свеклы:

<b>Бактерии и риккетсии</b>	
<b>Общее название болезни</b>	<b>Возбудители болезней</b>
Бактериальный некроз сосудистых пучков и гниль	<i>Pectobacterium carotovorum</i> supsp. <i>beta</i> <i>vasculorum</i>
Бактериальная пятнистость листьев	<i>Pseudomonas syringae</i> p.v. <i>aptata</i>
Желтое увядание	Phytoplasma (риккетсиозный организм)
Синдром «Basses Richesses» (SBR)	Фитоплазма столбура и протеобактерия
Латентная розеточность свеклы	Риккетсиозный организм
Парша сахарной свеклы	<i>Streptomyces scabies</i>
Мягкая гниль	<i>Pectobacterium carotovora</i> supsp. <i>carotovora</i>
Туберкулез корней	<i>Pantoea agglomerans</i> p.v. <i>betae</i>
Серебристый бактериоз	<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> p.v. <i>betae</i>
Корневой рак свеклы	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>
<b>Грибы и оомицеты</b>	<b>Возбудители болезней</b>
Пятнистый некроз	<i>Cercospora beticola</i>
Рамуляриоз	<i>Ramularia beticola</i>
Фомоз листьев	<i>Phoma betae</i>
Альтернариоз	<i>Alternaria alternata</i> и <i>A. brassicae</i>

Ризоктониоз фитофтороз листьев	<i>Rhizoctonia solani</i>
Настоящая мучнистая роса	<i>Erysiphe polygoni</i> (синоним <i>E. betae</i> )
Ложная мучнистая роса	<i>Peronospora farinosa</i> f. sp. <i>betae</i>
Опухоль на свекле /нарост головки корня	<i>Physoderma leproides</i>
Ржавчина свеклы	<i>Uromyces betae</i>
Серая плесень/чернящая плесень	<i>Botrytis cinerea</i>
Афаномицетная корневая гниль	<i>Aphanomyces cochliformis</i>
Ризоктониозная корневая гниль	<i>Rhizoctonia solani</i>
Питиозная корневая гниль	<i>Pythium ultimum</i> и <i>P. aphanidermatum</i>
Фомозная корневая гниль	<i>Phoma betae</i>
Афаномицетная хроническая корневая гниль	<i>Aphanomyces cochliformis</i>
Углистая гниль	<i>Macrophomina phaseolina</i>
Фузариозный вилт	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>betae</i>
Фузариозная корневая гниль	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-betae</i>
Фомозная корневая гниль	<i>Phoma betae</i>
Фитофторная корневая гниль	<i>Phytophthora cryptogea</i> и <i>P. drechsleri</i>
Бурая корневая гниль (ризоктониоз)	<i>Rhizoctonia solani</i>
Фиолетовая корневая гниль	<i>Helicobasidium brebissonii</i>
Ризопусная корневая гниль	<i>Rhizopus stolonifer</i> и <i>R. oryzae</i>
Фиматотрихозная корневая гниль	<i>Phymatotrichum omnivorum</i>
Склероциоз	<i>Sclerotium rolfsii</i>
Вертициллиозный вилт	<i>Verticillium albo-atrum</i> и <i>V. dahliae</i>
<b>Вирусы</b>	<b>Возбудители болезней</b>
Ризомания	Вирус некротической желтой прожилковой мозаики свеклы (BNYVV)
Вирус почвенной мозаики	Вирус почвенной мозаики свеклы (BSBMV)

свеклы	
Почвенный вирус свеклы	Почвенный вирус свеклы (BSBV)
Вирус Q свеклы	Вирус Q свеклы (BVQ)
Вирус желтухи свеклы	Вирус желтухи свеклы (BYV)
Вирус западной желтухи свеклы	Вирус западной желтухи свеклы (BWYV)
Вирус хлороза свеклы	Вирус хлороза свеклы (BChV)
Вирус слабого пожелтения свеклы	Вирус слабого пожелтения свеклы (BMYV)
Желтая низкорослость свеклы	Вирус желтой низкорослости свеклы (BYSV)
Курчавость верхушки свеклы	Вирус курчавости верхушки свеклы (BCTV)
Вирус мозаики огурцов	Вирус мозаики огурцов (CMV)
Мозаика свеклы	Вирус мозаики свеклы (BtMV)
Курчавость сахарной свеклы	Вирус курчавости свеклы (BLCV)
Инфекционная желтуха салата-латука	Вирус инфекционной желтухи салата-латука (LIYV)
Желтая пятнистость свеклы	Вирус погремковости табака (TRV)
Желтая сетчатость свеклы	Вирус желтой сетчатости свеклы (BYNV)
<b>Нематоды</b>	<b>Возбудители болезней</b>
Свекловичная цистообразующая нематода	Heterodera schachtii
Нематоды корневой гнили	Meloidogyne spp.
Нематоды ложной корневой гнили	Nacobbus spp.
Стеблевая и луковичная нематода	Ditylenchus dipsaci
Клеверная/желтая цистообразующая нематода	Heterodera trifolii
Корневые нематоды	Trichodorus spp.
Игольчатые нематоды	Longidorus spp.
<b>Насекомые и членистоногие вредители</b>	<b>Возбудители болезней</b>
Корневые личинки сахарной	Tetanops myopaeformis

свеклы	
Бледно-полосатые огородные блошки	<i>Systema blanda</i>
Матовый мертвояд свеклы	<i>Aclypea</i> spp.
Свекловичные блошки	<i>Chaetocnema</i> spp., <i>Phyllotetra</i> spp., <i>Epitrix</i> spp.
Щитоноска	<i>Cassida</i> spp.
Проволочники	<i>Agriotes</i> spp.
Личинки хруща	<i>Phyllophaga</i> spp.
Корнегрыз/хрущи	<i>Melolontha</i> spp.
Симфилид	<i>Scutigurella immaculata</i>
Многоножки	<i>Blaniulus gutulatus</i>
Болотная многоножка/личинка долгоножек	<i>Tipula paludosa</i>
Крошка свекловичная	<i>Atomaria linearis</i>
Тля оранжерейная	<i>Myzus persicae</i>
Тля свекловичная	<i>Aphis fabae</i>
Тля прикорневая свекловичная	<i>Pemphigus betae</i>
Слизни	<i>Deroceras reticulatum</i> , <i>D. agreste</i>
Жуки	<i>Piesma quadrata</i>
Слепняки	<i>Lygus</i> spp., <i>Calocoris</i> spp., <i>Dolycoris</i> spp., <i>Mesocerus</i> spp.
Вилохвостки	<i>Onychiurus armatus</i> , <i>O. fimatus</i> , <i>O. campatus</i>
Личинка коронного мотылька сахарной свеклы	<i>Hulstia undulatella</i>
Долгоносик-стеблеяд свеклы	<i>Cosmobaris americana</i>
Гусеницы, строящие паутинное гнездо	<i>Loxostege</i> spp.
Армейская совка	<i>Euxoa auxiliaris</i>
Бледная западная совка	<i>Agrotis orthogonia</i>
Совка малая	<i>Spodoptera exigua</i>
Совка травяная	<i>Spodoptera frugiperda</i>
Свекловичная тля	<i>Scrobipalpa ocellatella</i>
Металловидка-гамма	<i>Autographa gamma</i>
Моль капустная	<i>Mamestra brassicae</i>

Вилохвостики	<i>Bourletiella hortensis</i>
Саранча	<i>Melaoplus</i> spp.
Питающийся листьями долгоносик	<i>Tanymecus confusus</i> и <i>T. palliatus</i>
Долгоносик свекловичный обыкновенный	<i>Bothynoderes punctiventris</i>
Долгоносик свекловичный	<i>Conorhynchus medicus</i>
Стеблелеед свекловичный	<i>Lixus juncii</i>
Муха свекловичная	<i>Pegomya betae</i> и <i>P. hyoscyami</i>
Клещи паутинные	<i>Tetranychus urticae</i>
Цикадка свекловичная	<i>Circulifer tenellus</i>
Цикадка желтая	<i>Paratanus exitiosus</i>
Белокрылка	<i>Bemisia tabaci</i>

Болезни растений можно определять, например, в картофеле. Предпочтительно выполняется определение, присутствует ли одна или группа из следующих болезней растений, в частности, болезней картофеля, в растительном материале, и/или определение уровня заражения одной или группой из следующих болезней растений, в частности, болезней картофеля:

- Антракноз картофеля (*Colletotrichum coccodes*),
- Войлочная болезнь картофеля (*Rhizoctonia solani*) и/или рак стебля, который может наблюдаться на стебле растительного материала и/или как скручивание листьев растительного материала,
- Обыкновенная парша картофеля (*Streptomyces scabies*),
- Пробковая кольцевая пятнистость (Вирус погромковости табака [TRV]), в частности, переносимый почвенными нематодами как переносчиками,
- Сухая гниль и симптомы пятен на клубнях (*Fusarium* spp.),
- Альтернариоз (*Alternaria solani* и *Alternaria alternata*),
- Рак картофеля (*Phoma exigua* var. *foveta*),
- Поздняя гниль (*Phytophthora infestans*),
- Скручивание листьев (Вирус скручивания листьев картофеля [PLRV]), при этом, в частности, данный вирус также повышает чувствительность растения к грибам вида *Rhizoctonia solani*,
- Стрик картофеля, морщинистая мозаика картофеля (Картофельный вирус Y [PVY]),
- Метельчатость верхушки (Вирус моп-топ (метельчатости верхушки) картофеля [PMTV]),
- Розовый глаз (неизвестный возбудитель, полагают, что бактериальный),
- Розовая гниль (*Phytophthora erythroseptica*),

- Порошистая парша (*Spongospora subterranea*),
- Раневая водянистая гниль (*Pythium* spp.),
- Кольцевой бактериоз (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*),
- Серебристая парша картофеля (*Helminthosporium solani*),
- Бугорчатая парша картофеля (*Polyscytalum pustulans*),
- Мягкая гниль (*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*), при этом, в частности, данный патоген может вызывать аскохитоз, который наблюдается на стеблях и листьях растительного материала,
- Некротическая пятнистость (*spraing*) (вирус погремковости табака [TRV]),
- Рак клубней картофеля (*Synchytrium endobioticum*),
- Зебра чип (*Candidatus Liberibacter solanacearum*),
- Галловая нематода (*Meloidogyne* spp. [нематода]),
- Корневая нематода вида проникающий пратиленх (*Pratylenchus penetrans* [nematode]),
- Картофельная цистообразующая нематода (*Globodera* spp. [nematode]),
- Стеблевая нематода картофеля (*Ditylenchus destructor* [nematode]),
- Личинка выемчатокрылой моли (*Phthorimaea operculella* [moth larvae]),
- Проволочник (*Limonius* spp., *Agriotes* spp. и *Stenicera* spp. [личинки жуков]).

В соответствии с настоящим изобретением могут обнаруживаться физиологические изменения корнеплодов, обусловленные условиями роста или хранения, а также стрессом. Такие изменения включают в себя, в частности:

- Почернение сердцевины, в частности, вызванное недостатком кислорода во время хранения, которое может вызывать умирание ткани изнутри и почернение,
- Коричневая сердцевина, при этом, в частности, зона мертвых паренхимных клеток может коричневеть, и может вызываться очень влажными условиями,
- Слоновая шкура, при этом, в частности, может образоваться грубая или толстая кожа, и может вызываться высокими температурами, плодородием почвы, влажностью почвы и/или обработками химикатами,
- Позеленение, при этом, в частности, клубнеплоды зеленеют под действием света,
- Трещиноватость, при этом, в частности, трещины в коже могут вызываться воздействием окружающей среды, дисбалансом питательных веществ, заболеванием и/или повреждением гербицидами,
- Дуплистость, при этом, в частности, звездообразная или линзообразная полость в центре клубнеплодов может вызываться неравномерным распределением влаги во время развития клубнеплодов или сочетанием других факторов окружающей среды,
- Студенистая гниль/сахарный конец, при этом, в частности, физиологическое состояние может быть обусловлено высокими температурами и/или стрессом, вызванным недостатком влаги, во время развития клубней, что может приводить к заострению и увяданию концов стеблей клубней.

Физиологические свойства, подверженные воздействию окружающей среды, в

растительном материале предпочтительно понимаются как физиологические свойства, изменяемые и/или зависимые под/от воздействием/влия окружающей среды, в растительном материале.

Физиологические свойства, подверженные воздействию окружающей среды, в растительном материале предпочтительно понимаются как физиологические свойства, измененные и/или затронутые воздействием окружающей среды, в растительном материале. Физиологические свойства, измененные и/или затронутые воздействием окружающей среды, в растительном материале понимаются, в частности, как физиологические свойства растительного материала, при этом физиологические свойства были изменены и/или затронуты воздействием окружающей среды.

Физиологические свойства, подверженные воздействию окружающей среды, в растительном материале могут, в частности, изменяться под влиянием одного или группы факторов из следующего списка:

- условия абиотического стресса, например, засуха, минерализация, жара, холод, мороз, воздействие УФ, ветер, твердость почвы, недостаток или избыток удобрений (например, N, K, P, Na, Mg и т.п. Макро- и микроудобрения),
- уровень pH почвы,
- загрязнение почвы, например, тяжелыми металлами,
- полезные организмы: биологические средства защиты,
- изменения, вызванные гербицидами (например, конвизо, глифозатом и т.п.)
- изменения, вызванные агрохимикатами (фунгицидами, пестицидами, инсектицидами, адьювантами)
- изменения, вызванные агротехническими приемами (повреждения, обусловленные нехимической борьбой с сорняками; повреждения от сельскохозяйственной техники, повреждения при сборе урожая (например, обрезка ботвы),
- повреждения при хранении,
- нахождение растений в специальных условиях развития (например, стрелкующихся растений).

Этапы способа можно выполнять в порядке, который отклоняется от перечисленного порядка. Однако, было бы предпочтительнее, если бы этапы способа выполнялись в перечисленном порядке, в частности, один за другим.

Решение, описанное в настоящей заявке, дает преимущество в том, что спектроскопия обеспечивает возможность прогнозирования биохимических составляющих растений, таких как питательные вещества и вторичные метаболиты, характеризующих биотический стресс, например, болезни растений. Следовательно, посредством спектроскопии, болезни растений можно надежно определять и/или обнаруживать в автоматическом режиме. Спектроскопия особенно полезна потому, что зараженный растительный материал может содержать спектральную информация, отличающуюся от такой информации в здоровом растительном материале. Симптомы и

стресс, вызываемые патогенами, а также насекомыми и/или воздействием факторов окружающей среды, могут изменять пигментацию, изменять температуру поверхности и/или изменять метаболиты или содержание метаболитов. Например, клубни сахарной свеклы могут быть чувствительными к множеству разных вирусов, которые могут передаваться насекомыми, грибами, нематодами, через семена и/или физический контакт. Все эти вирусы могут снижать потенциальный выход корнеплода и, например, могут влиять на экстрагируемость сахара в процессе производства сахара.

Кроме того, решение, описанное в настоящей заявке, дает преимущество в том, что некоторые болезни растений могут определяться и/или обнаруживаться только или более точно в конкретных частях растительного материала, и посредством решения, описанного в настоящей заявке, можно анализировать конкретные части растительного материала, например, листья, которые являются частью растительного материала.

Кроме того, решение, описанное в настоящей заявке, дает преимущество в том, что, исходя из определения болезней и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, можно получить дополнительную важную информацию, например, о потерях компонентов в растительном материале при хранении. Например, клубни сахарной свеклы с болезнями растений могут иметь увеличенные потери сахаристости и/или плохую характеристику сохраняемости, по сравнению с клубнями сахарной свеклы без болезней растений. Кроме того, болезни растений могут влиять на плотность растительного материала. Это может приводить к проблемам во время измельчения и/или нарезания растительного материала. Благодаря получению такой дополнительной информации можно усовершенствовать дополнительные этапы, такие как этапы в процессах производства, агротехнических или селекционных процессах.

Кроме того, преимущество способа, описанного в настоящей заявке, состоит в том, что на основании полученной информации можно выполнять действия, включающие в себя, например:

- оптимизацию условий выращивания,
- выбор подходящих сортов для местных условий,
- улучшение агротехнических приемов,
- улучшение условий хранения,
- усовершенствование селекции на основании таких условий,
- коррекцию процессов на производственном предприятии,
- улучшение условий на производственном предприятии,
- улучшение условий произрастания.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит этап формирования калибровочных данных, включающий в себя взятие пробы растительного материала, предпочтительно с болезнями растений и/или без них и/или с физиологическими свойствами, подверженными воздействию окружающей среды, и/или без таких свойств, и предпочтительно перемещение пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, калибровочный анализ

растительного материала посредством оценки болезней растений в растительном материале, например, посредством визуальной оценки болезни растения и/или посредством анализа метаболитов и/или компонентов, присутствующих в растительном материале, спектроскопический анализ пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, и сравнения результатов спектроскопического анализа с результатами калибровочного анализа.

Проба растительного материала может, например, содержать 10 кг или 20 кг, или 30 кг растительного материала. Можно также использовать другие количества растительного материала. Прием электромагнитных волн можно понимать предпочтительно как прием электромагнитных волн, которые отражаются от пробы и/или пропускаются сквозь пробу, и/или излучаются пробой. Калибровочный анализ может содержать по меньшей мере одно или группу измерений, например, визуальную оценку, при этом на растительном материале может выполняться по меньшей мере одно измерение. Калибровочные данные могут быть сформированы предпочтительно путем сравнения результатов, полученных спектроскопическим анализом, с результатами, полученными калибровочным анализом. Кроме того можно выполнять визуальную оценку растительного материала, например, сельскохозяйственных культур в полях до взятия проб, в частности, на предмет заражения листьев церкоспорой.

Спектроскопический анализ выполняется предпочтительно непрерывно. Калибровочные данные предпочтительно формируются посредством взятия проб в повторяющемся режиме и проведения спектроскопических анализов проб. Калибровочные данные предпочтительно формируются сравнением в повторяющемся режиме результатов спектроскопических анализов с результатами калибровочных анализов. Было бы предпочтительнее, если бы данная процедура повторялась несколько раз, в частности, больше чем 100 раз, предпочтительно больше чем 1000 раз. Данная процедура предпочтительно проводится на растительном материале с разными болезнями растений и/или на растительном материале с разными состояниями растительного материала, такими как относительно влажный растительный материал, относительно сухой растительный материал, растительный материал с изменяющимися компонентами и/или ингредиентами.

Формирование калибровочных данных может также выполняться как статический процесс, при этом проба растительного материала не перемещается вдоль датчика. В таком статическом процессе пробу предпочтительно располагают в заданном положении, в частности, под и/или над датчиком, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн.

Преимущество формирования калибровочных данных описанным образом состоит в том, что калибровочные данные можно использовать для надежного определения болезни растений в растительном материале даже для растительного материала с разными

компонентами и/или свойствами, и/или с разными состояниями.

Формирование калибровочных данных предпочтительно содержит разработку и/или оптимизацию, и/или валидацию калибровочной модели, при этом разработка и/или оптимизация, и/или валидация калибровочной модели содержит формирование калибровочного набора, набора для перекрестной проверки и набора для независимой валидации. Калибровочный набор предпочтительно содержит результаты, полученные путем спектроскопического анализа первой части пробы растительного материала. Набор для перекрестной проверки предпочтительно содержит результаты, полученные путем спектроскопического анализа второй части пробы растительного материала. Набор для независимой валидации предпочтительно содержит результаты, полученные путем спектроскопического анализа третьей части пробы растительного материала. Было бы предпочтительнее, если бы первая часть, вторая часть, и третья часть пробы были частями разных и независимых проб растительного материала. Калибровочная модель может быть сформирована по калибровочному набору. Набор для перекрестной проверки можно использовать для разработки, в частности, усовершенствования калибровочной модели. Набор для независимой валидации можно использовать для валидации калибровочной модели. В предпочтительном варианте, набор для независимой валидации не применяется для изменения и/или разработки калибровочной модели. Однако примеры из набора для независимой валидации можно применять также для обобщения или уточнения калибровки.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит этап сравнения спектрального сигнала с калибровочными данными и/или по меньшей мере одним опорным значением и, в зависимости от сравнения, этап определения наличия и/или количественного определения, и/или качественного определения болезней растений и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале.

Предпочтительно, конкретное значение, например, на конкретной длине волны спектрального сигнала, можно сравнивать с опорным значением. В зависимости от характеристического спектра отражения, зависящего от стресса, приложенного к растению, (например, болезней) и сравнения конкретного значения с опорным значением, можно определить, присутствуют ли в растительном материале болезни растений и/или физиологические свойства, подверженные воздействию окружающей среды. Спектральный сигнал можно сравнивать с калибровочными данными, и, в зависимости от сравнения калибровочных данных и спектрального сигнала, можно определить, присутствуют ли в растительном материале болезни растений и/или физиологические свойства, подверженные воздействию окружающей среды. Упомянутое опорное значение, как понятно специалисту в данной области техники, является, например, значением, сформированным на основании качественного и/или количественного анализа компонентов, и/или оценочного анализа, и/или числовыми показателями, и/или климатическими данными проб растительного материала. Качественный и

количественный способы включают в себя визуальную оценку, такую как, определение посредством системы визуализации. Например, технологии анализа изображений создать предпосылки для биологического подхода посредством адаптивных систем к формированию опорного(ых) значение или значений, и сочетание отбора характеристик и моделирования роста можно использовать при поддержке биологической интерпретации роста, физиологических изменений и переносимости стресса у растений.

Дополнительно было бы предпочтительнее, если бы сравнение спектрального сигнала с калибровочными данными и/или по меньшей мере одним опорным значением можно было использовать для определения присутствия болезней растений и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале. Кроме того, было бы предпочтительнее, если бы сравнение спектрального сигнала с калибровочными данными и/или по меньшей мере одним опорным значением можно было использовать для определения количественной оценки болезней растений и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале, в частности, числа болезней растений и/или степени тяжести одной или более болезней растений, присутствующих в растительном материале, и/или интенсивности факторов окружающей среды. Кроме того, было бы предпочтительнее, если бы сравнение спектрального сигнала с калибровочными данными и/или по меньшей мере одним опорным значением можно было использовать для выполнения качественной оценки болезней растений или факторов окружающей среды в растительном материале, в частности, посредством определения степени тяжести и/или класса болезней растений или класса воздействия факторов окружающей среды, присутствующих в растительном материале.

Калибровочные данные и/или опорные значения особенно полезно применять для такого сравнения, поскольку, при этом, болезни растений и/или воздействия окружающей среды можно определять автоматизированным и надежным способом.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, формирование калибровочных данных и/или формирование по меньшей мере одного опорного значения содержит получение множества опорных спектральных сигналов, при этом, предпочтительно, множество опорных спектральных сигналов преобразуется из электромагнитных волн, отраженных от и/или прошедших сквозь растительный материал без болезней растений и/или растительный материал с болезнями растений, и/или растительный материал из регионов или по меньшей мере части регионов с разными условиями окружающей среды,.

Калибровочные данные предпочтительно получают посредством множественного и/или многофакторного, и/или линейного регрессионного анализа, и/или при этом калибровочные данные получают на основе многофакторного анализа, включающего в себя спектральную предварительную обработку, предпочтительно, посредством дифференциации спектральных сигналов посредством возможностей математической классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов

фильтрации и/или усреднения спектральных сигналов в один спектральный сигнал, и/или выполнения множественного и/или многофакторного, и/или линейного регрессионного анализа для формирования калибровочных данных, причем калибровочные данные предпочтительно получают посредством анализа главных компонент (PCA) и/или множественной линейной регрессии (MLR), и/или регрессии частных наименьших квадратов (PLS), и/или машинного обучения, в частности, посредством нейронных сетей.

Спектральный сигнал разделяется в классификации по классам заражения вредителями и/или разным болезням растений, и/или метаболитам. Таким образом можно классифицировать болезни растений и факторы воздействия окружающей среды, которые присутствуют в растительном материале, по информации в спектральном сигнале.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления способа, определение болезней растений и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале содержит обработку спектрального сигнала для определения болезней растений и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале, и/или при этом обработка спектрального сигнала и/или формирование калибровочных данных содержит один или группу этапов: предварительная обработка спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, при этом предварительная обработка предпочтительно производится посредством стандартного отклонения случайной величины с нормальным распределением (SNV) и/или мультипликативной коррекции рассеивания (MSC), и/или первых производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, и/или сочетания производной и SNV, причем предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ и/или исключение спектральных сигналов, которые не преобразованы из электромагнитных волн, отраженных от и/или прошедших сквозь растительный материал, предпочтительно посредством дифференциации спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации и/или усреднения спектральных сигналов в один спектральный сигнал.

В соответствии с более предпочтительным вариантом осуществления способа, определение болезней растений и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале содержит обработку спектрального сигнала для определения болезней растений и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале, и/или

при этом обработка спектрального сигнала и/или формирование калибровочных данных содержит один или группу этапов:

- предварительная обработка спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, причем предварительная обработка предпочтительно производится посредством стандартного отклонения случайной величины с нормальным

распределением (SNV) и/или мультипликативной коррекции рассеивания (MSC), и/или первых производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, и/или сочетания производной и SNV, причем предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ, и/или

- классификация как способ обучения, который распределяет данные в один из многочисленных, уже заданных определенных классов. Это требует предварительного распределения данных для обучения, чтобы классифицировать неизвестные данные, таким образом, классификация является способом, так называемого, контролируемого обучения. Соответствующими алгоритмами для контролируемого обучения являются К-ближайших соседей (kNN), деревья решений/случайный лес, машины опорных векторов (SVM), дискриминантный анализ (PLS-DA), формальное независимое моделирование по аналогии классов (SIMCA), наивный классификатор Байеса (NB), а также классификаторы на основе нейронной сети и машинного обучения и/или

- кластеризация как неконтролируемый метод, пригодный для анализа неизвестных данных. Алгоритмы кластеризации отображают или группируют входные данные в кластеры в соответствии с их сходными элементами. Такая группировка выполняется методами, основанными на плотности, иерархии, разделении или сетки, но может также выполняться методами машинного обучения или глубокого обучения. Распространенными алгоритмами являются алгоритмы К-средних, сдвига среднего, смеси нормальных распределений, скрытой марковской модели (HMM) и плотностный алгоритм кластеризации пространственных данных с присутствием шума (DBSCAN).

- исключение спектральных сигналов, которые не преобразованы из электромагнитных волн, которые отражаются от или пропускаются сквозь растительный материал, предпочтительно посредством дифференциации спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации, и/или

- усреднение спектральных сигналов в один спектральный сигнал.

Преимущество такой предварительной обработки состоит в том, что спектральный сигнал может быть скорректирован, и ошибки в зарегистрированных спектральных сигналах не приводят к некачественным или неверным результатам. Если в зарегистрированных спектральных сигналах присутствуют эффекты наложения, эти эффекты могут быть исключены такой предварительной обработкой.

Мультипликативная коррекция рассеивания (MSC) является стандартным методом нормирования, который предназначен для коррекции спектральных сигналов таким образом, чтобы они были как можно ближе к опорному спектру, в общем, среднему значению набора данных, посредством изменения масштаба и смещения спектральных сигналов.

Для предварительной обработки полученных спектральных сигналов можно также применять вычисление первых производных и/или вторых производных.

Регрессионный анализ является рядом статистических процессов для оценки взаимосвязей между зависимым переменным параметром, который часто называется «выходной переменной» и одним или более независимыми переменными параметрами, которые часто называются «прогностическими параметрами», контрольными переменными» или «характерными признаками». Наиболее общей формой регрессионного анализа является линейная регрессия, при которой определяется линия или более сложная линейная комбинация, при этом линия наиболее точно подгоняется к данным в соответствии со специальным математическим критерием.

Усреднение спектральных сигналов в один спектральный сигнал может выполняться усреднением группы спектральных сигналов, полученных в процессе формирования калибровочных данных, в один спектральный сигнал, который представляет среднее из группы спектральных сигналов.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит: этап обнаружения метаболитов и/или компонентов растительного материала и/или определение болезней сахарной свеклы в растительном материале. Под метаболитом понимается, в частности, промежуточный или конечный продукт метаболизма.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит этап измельчения и/или нарезания растительного материала на куски растительного материала, и/или однородного распределения растительного материала на транспортировочном устройстве, предпочтительно с помощью валика, который располагается над транспортировочным устройством, и/или регулировки растительного материала, в частности, посредством регулировки высоты растительного материала и/или посредством прижатия растительного материала, и/или посредством сглаживания поверхности растительного материала, предпочтительно валиком.

Измельчение растительного материала на куски растительного материала предпочтительно производится разрезанием и/или дроблением растительного материала на куски растительного материала. После измельчения растительного материала на куски растительного материала, куски растительного материала еще могут называться растительным материалом. Нарезание растительного материала на куски растительного материала предпочтительно производится нарезанием и/или разрезанием растительного материала на куски растительного материала. После нарезания кусков растительного материала, куски растительного материала еще могут называться растительным материалом.

Транспортировка растительного материала посредством транспортировочного устройства предпочтительно выполняется вдоль направления транспортировки, при этом создается поток растительного материала. Поток растительного материала предпочтительно движется вдоль направления транспортировки.

Под транспортировочным устройством предпочтительно понимается устройство для транспортировки растительного материала. Транспортировочное устройство может

быть выполнено с возможностью транспортировки растительного материала. Транспортировочное устройство предпочтительно содержит транспортерную ленту.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит этап размещения, предпочтительно, равномерно распределенного растительного материала на транспортировочном устройстве и/или транспортировки растительного материала посредством транспортировочного устройства, при этом растительный материал предпочтительно транспортируется в направлении датчика, причем датчик выполнен с возможностью приема электромагнитных волн.

Электромагнитные волны, которые излучаются в направлении растительного материала, предпочтительно находятся в инфракрасной области спектра, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области спектра и/или в видимой области спектра, и/или в ультрафиолетовой области спектра. Электромагнитные волны содержат, предпочтительно, по меньшей мере одну длину волны, при этом длина волны электромагнитных волн находится в диапазоне от 10 нм до 3000000 нм, в частности, в диапазоне от 780 нм до 2500 нм, предпочтительно в диапазоне от 850 нм до 1650 нм. Спектральный сигнал преобразуется предпочтительно посредством спектроскопии, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области спектра и/или спектроскопии в средней инфракрасной области спектра, и/или спектроскопии в дальней инфракрасной области спектра, и/или терагерцевой спектроскопии, и/или микроволновой спектроскопии, и/или спектроскопии в ультрафиолетовой и видимой областях спектра (UV-Vis), и/или спектроскопии комбинационного рассеяния, и/или спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS), и или гиперспектральных изображений, и/или флуоресцентных изображений и/или сочетания гиперспектральных изображений со спектроскопическими методами и/или сочетаниями разных спектроскопических методов.

Электромагнитные волны предпочтительно отражаются от и/или пропускаются сквозь растительный материал, который располагается на транспортировочном устройстве. Электромагнитные волны предпочтительно принимаются, в частности, датчиком, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн. Электромагнитные волны предпочтительно отражаются от и/или пропускаются сквозь растительный материал. Принятые электромагнитные волны предпочтительно преобразуются в спектральный сигнал, при этом спектральный сигнал формируется в зависимости от принятых электромагнитных волн.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит этап непрерывной регистрации принятых электромагнитных волн и/или непрерывного преобразования принятых электромагнитных волн в спектральные сигналы.

Непрерывная регистрация принятых электромагнитных волн является особенно полезной, так как, при этом, способ, описанный в настоящей заявке, можно применять в непрерывных процессах, например, непрерывных процессах на заводе по производству сахара, на которых куски клубней сахарной свеклы непрерывно транспортируются на транспортерной ленте.

Непрерывное преобразование принятых электромагнитных волн в спектральные сигналы является особенно полезным, так как, при этом, способ, описанный в настоящей заявке, можно применять в непрерывных процессах, например, непрерывных процессах на заводе по производству сахара, на которых куски клубней сахарной свеклы непрерывно транспортируются на транспортной ленте.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления способа, во время излучения электромагнитных волн в направлении растительного материала растительный материал размещается на транспортировочном устройстве и/или транспортируется транспортировочным устройством, и/или при этом длина волны электромагнитных волн находится в ультрафиолетовой (УФ) области спектра и/или в видимой области спектра, и/или в инфракрасной области спектра, и/или в микроволновой области спектра, и/или в терагерцевой области спектра, причем длина волны электромагнитных волн предпочтительно находится в диапазоне от 10 нм до 3000 мкм.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления способа, электромагнитные волны принимаются из по меньшей мере одного спектрометра и/или по меньшей мере одного спектрофотометра.

По меньшей мере один спектрометр и/или по меньшей мере один спектрофотометр выбраны предпочтительно из следующей группы: спектрофотометр ультрафиолетовой и видимой (UV/Vis) области спектра, спектрометр ближней инфракрасной (NIR) области спектра, рамановский спектрометр. Спектроскопия в ближней инфракрасной (NIR) области спектра и/или спектроскопия в средней инфракрасной (NIR) области спектра, и/или спектроскопия в дальней инфракрасной области, и/или терагерцевая спектроскопия, и/или микроволновая спектроскопия, и/или спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой областях спектра (UV-Vis), и/или спектроскопия комбинационного рассеяния, и/или спектроскопия возбуждения лазерным пробоем (LIBS), и или гиперспектральные изображения и/или сочетание гиперспектральных изображений со спектроскопическими методами и/или сочетаниями разных спектроскопических методов

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления способа, измельчение растительного материала на куски растительного материала производится измельчающим устройством, при этом измельчающее устройство выполнено с возможностью резки и/или дробления растительного материала на, по существу, равные по размеру куски растительного материала, и/или при этом нарезание растительного материала на куски растительного материала выполняется нарезающим устройством, при этом нарезающее устройство выполнено с возможностью резки и/или нарезания растительного материала на куски растительного материала, которые предпочтительно сформированы в виде тонких удлиненных полосок и/или стружки.

Растительный материал может разрезаться и/или дробиться измельчающим устройством и/или разрезаться и/или нарезаться нарезающим устройством, при этом измельчающее устройство и/или нарезающее устройство содержит лезвия и/или ножи для резки растительного материала на куски растительного материала. Куски растительного

материала могут, например, формироваться в виде тонких удлиненных полосок, которые также часто и, в частности, в производстве сахара, называются стружкой.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления способа, при этом разновидностью растительного материала является корнеплод и/или клубнеплод, в частности, вида *Beta vulgaris* (свекла столовая) и/или *Solanum tuberosum* (картофель), или по меньшей мере их часть, и/или причем растительный материал содержит или состоит из клубней сахарной свеклы, и/или причем растительный материал подается в производственный процесс для переработки растительного материала в перерабатывающей отрасли, и/или причем растительный материал предоставляется в селекционный процесс.

Перерабатывающая отрасль может быть, например, отраслью производства сахара, отраслью переработки картофеля или другими отраслями промышленности по переработке растений. Селекционный процесс понимается как процесс растениеводства, в частности, для селекции растительного материала.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит этап представления растительного материала в селекционный процесс, и/или изменения по меньшей мере одного селекционного параметра, в зависимости от определения болезней растений в растительном материале и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале. Селекционный процесс можно изменять, например, посредством результатов анализа по способу, описанному в настоящей заявке, чтобы выбрать растение, которое имеет повышенную устойчивость к конкретному стрессовому условию и/или его переносимость. Селекционный процесс можно изменять, например, путем запуска или усиления проведения селекционной программы или ослабление данных ввода в селекционную программу на основании информации относительно присутствия стрессовых условий (например, болезней), выявленных по данным, полученным спектроскопическим анализом, например, если на конкретном числе экономически важных рынков присутствуют стрессовые условия, то имеет смысл больше инвестировать в селекцию. Селекционный процесс можно изменять, например, сочетанием информации о сортах (например, генетической и/или геномной последовательности сортов) с информацией относительно обнаружения стрессовых условий (например, болезней), например, данные показывают, что специфические сорта/генотипы, со специфическими геномными последовательностями характеризуются повышенными или сниженными уровнями стрессовых условий (например, оценки заболеваний на основании калибровки), и затем информация используется для выбора сортов/генотипов со специфическими геномными последовательностями и ввода этих специфических геномных частей в другие сорта/генотипы, которые не содержат этих геномных частей.

По данным, полученным спектроскопическим анализом, условия выращивания/культивации растений (полевых или тепличных) можно улучшить так, чтобы ослабить стрессовое состояние для растения. Например, следующими путями

- идентификация мест, которые подвержены конкретным стрессовым условиям (например, очагов болезней) и повышение урожая или качества выращивания растений в этих местах посредством селекции или рекомендации правильных сортов, которые приспособлены/выносливы/устойчивы к стрессовым условиям,

- усовершенствование агротехнических приемов в этих местах (например, с использованием таких агрохимикатов, как пестициды/ фунгициды/биологические средства защиты, чтобы минимизировать воздействие болезни, специальной подготовки почвы, чтобы ослабить стресс, полива растений, применения удобрений, с использованием специальных сельскохозяйственных оборудования/ технологий, чтобы ослабить стрессовое условие, путем обучения сельскохозяйственных производителей и т.п.),

- улучшение условий хранения,

- улучшение условий транспортировки,

- улучшение подготовки семян (например, коррекция покрытий семян фунгицидом, чтобы повысить устойчивость к грибам), и/или

- корректировка ротации севооборота.

На основании данных, полученных спектроскопическим анализом и объединенных с информацией о географическом местоположении и другой информацией об окружающей среде, можно уменьшить углеродный след (т.е., уменьшить выбросы CO<sub>2</sub>) продукта (например, сахара). Эта информация может раскрывать потребителю и, следовательно, повышает цену на растительный/ сельскохозяйственный продукт. На основании данных, полученных спектроскопическим анализом и объединенных с информацией о географическом местоположении и другой информацией об окружающей среде, можно идентифицировать условия культивации и повысить отслеживаемость такой информации по всей цепочке поставок. Эта информация может раскрывать потребителю и, следовательно, повышает цену на растительный/ сельскохозяйственный продукт.

Данные, полученные спектроскопическим анализом и объединенные с информацией о географическом местоположении и другой информацией об окружающей среде, могут иметь ценность для некоторых акционеров в сельскохозяйственной промышленности и/или пищевой промышленности, и/или области страхования, и/или информационной отрасли, и/или для политиков, и/или корпораций, и/или любых других акционеров. Такую информацию можно распространять или реализовать посредством сельскохозяйственных цифровых платформ и/или объединять с другими данными для создания дополнительной стоимости.

Упомянутый способ может улучшать маркетинг и продажи семенных компаний или сельскохозяйственных поставщиков посредством выбора или рекомендации правильных сортов, которые приспособлены/выносливы/устойчивы к стрессовым условиям.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления, способ содержит этап производства продукта, предпочтительно диффузионного сока

и/или сахара и/или крахмала, из растительного материала, изменения по меньшей мере одного параметра производства сахара, в частности, параметров экстрагирования и/или дозировок добавок, и/или импульсов и/или чисел импульсов электрического поля, и/или температуры технологического процесса, и/или скорости транспортировки, и/или длительности пребывания кусков растительного материала в реакторе, и/или по меньшей мере один параметра процесса сушки, в зависимости от определения болезней растений и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале.

Диффузионный сок является продуктом в процессе производства сахара, в котором сахар производят из сахарной свеклы. Предпочтительно изменять по меньшей мере один параметр производства сахара в зависимости от определения болезней растений в растительном материале, в частности, потому, что таким образом можно усовершенствовать процесс производства сахара и в частности, экстрагирования сахара. Например, процесс экстрагирования сахара для выделения сахара из кусков клубней сахарной свеклы можно приспособлять в зависимости от определения болезней растений в сахарной свекле. Таким образом, процесс экстрагирования сахара можно приспособить к обнаруженным болезням растений, которые находятся в настоящее время в процессе производства сахара, что может, например, приводить к увеличению выхода сахара.

В соответствии с дополнительным аспектом, предлагается способ формирования калибровочных данных для определения болезней в растительном материале и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале, содержащий этап взятия пробы растительного материала, предпочтительно с болезнями растений или без них и/или с физиологическими свойствами, подверженными воздействию окружающей среды, или без них и предпочтительно этап перемещения пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, этап калибровочного анализа растительного материала посредством оценки болезней растений и/или физиологических свойств, в частности, метаболитов, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале, например, посредством визуальной оценки и/или анализа компонентов и/или метаболизма болезни растения и/или физиологических свойств, в частности, метаболитов, подверженных воздействию окружающей среды, присутствующих в растительном материале, этап спектроскопического анализа пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, этап сравнения результатов спектроскопического анализа с результатами калибровочного анализа.

В соответствии с дополнительным аспектом, предлагается блок системы анализа для обнаружения болезней растений в растительном материале и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале, при

этом блок системы анализа выполнен с возможностью излучения электромагнитных волн в направлении кусков растительного материала, причем блок системы анализа выполнен с возможностью приема отраженных и/или излучаемых электромагнитных волн, причем блок системы анализа выполнен с возможностью преобразования принятых отраженных электромагнитных волн в спектральный сигнал, причем блок системы анализа обрабатывает спектральный сигнал для определения болезней растений и/или физиологических свойств, в частности, метаболитов, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале.

В соответствии с дополнительным аспектом, предлагается система для обнаружения болезней растений в растительном материале и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале, при этом система содержит приемную секцию для приемки растительного материала, измельчающее устройство для измельчения растительного материала на куски растительного материала, блок системы анализа описанный в настоящей заявке.

Приемная секция может быть секцией и/или пунктом для приемки растительного материала из транспортных средств, например, грузовых автомобилей и/или поездов. Приемная секция может быть впускной частью измельчающего устройства и/или нарезающего устройства, причем растительный материал подается в измельчающее устройство и/или нарезающее устройство через впускную часть.

В соответствии с дополнительным аспектом, предлагается блок управления для управления блоком системы анализа, описанным в настоящей заявке, и/или для приема данных из блока системы анализа, описанного в настоящей заявке, и управления по меньшей мере одним производственным параметром, в частности, параметрами экстрагирования и/или дозировки добавок, и/или импульсами и/или числами импульсов электрического поля, и/или температурой технологического процесса, и/или скоростью транспортировки, и/или длительностью пребывания кусков растительного материала в реакторе, и/или по меньшей мере одним параметром процесса сушки, в зависимости от определения болезней растений в растительном материале и/или физиологические свойства, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале.

Дополнительные вышеописанные аспекты и их возможные варианты осуществления содержат признаки и/или этапы способа, которые особенно пригодны для применения с и/или в связи с применением способа и его предпочтительных вариантов осуществления, описанных в настоящей заявке.

По преимуществам, предпочтительным вариантам осуществления и деталям разных отдельных аспектов и их предпочтительных вариантов осуществления также следует обращаться к описанию и, в частности, к описанным преимуществам, предпочтительным вариантам осуществления и деталям, описанным со ссылкой на соответствующие другие аспекты.

Дополнительные полезные варианты осуществления получаются в результате сочетания отдельных, нескольких или всех предпочтительных признаков, описанных в

настоящей заявке.

Предпочтительные варианты осуществления должны быть рассмотрены далее со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых

Фиг. 1: Схематическое представление примерного способа анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей;

Фиг. 2a: Схематическое представление примерного способа анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей;

Фиг. 2b: Схематическое представление примерного способа анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей;

Фиг. 3: Схематическое представление примера приемной секции для приемки клубней сахарной свеклы и блока системы анализа для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей;

Фиг. 4: Пример спектральных сигналов, получаемых в результате применения спектроскопии в ближней инфракрасной области на кусках клубней сахарной свеклы;

Фиг. 5: Диаграмма значений, полученных методом спектроскопического анализа налипшей земли в ближней инфракрасной области (NIRS);

Фиг. 6a: Диаграмма для калибровочных данных с прогнозируемыми значениями и опорными значениями процентного содержания по массе налипшей земли;

Фиг. 6b: Диаграмма с абсолютными значениями опорных значений, показанных на фиг. 6a;

Фиг. 7: Схематическое представление примерного способа определения первых калибровочных данных.

Фиг. 8: Схематическое представление примерного способа определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара;

Фиг. 9: Предпочтительный пример завода по производству сахара с системой для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара;

Фиг. 10: Пример спектрального сигнала, полученного посредством спектроскопии в ближней инфракрасной области на кусках клубней сахарной свеклы для производства сахара;

Фиг. 11a: Первый пример транспортировочного устройства на заводе по производству сахара с боковой секцией;

Фиг. 11b: Второй пример транспортировочного устройства на заводе по производству сахара с боковой секцией;

Фиг. 11c: Третий пример транспортировочного устройства на заводе по производству сахара с боковой секцией;

Фиг. 12: Диаграмма, представляющая поляризацию, измеренную методом

спектроскопии в ближней инфракрасной области, по сравнению с поляризацией, измеренной эталонным способом;

Фиг. 13: Сочетание разных спектроскопических методов анализа компонентов;

Фиг. 14: Изображение 11 сегментов клубня сахарной свеклы для исследования однородности в клубнях сахарной свеклы;

Фиг. 15: Схематическое представление примера способа формирования калибровочных данных для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара.

Фиг. 16: Схематическое представление примерного способа обнаружения болезней растений в растительном материале;

Фиг. 17: Схематическое представление примерного способа обнаружения болезней растений в растительном материале;

Фиг. 18: Пример блока системы анализа для обнаружения болезней растений в растительном материале;

Фиг. 19: Пример спектрального сигнала, полученного посредством спектроскопии в ближней инфракрасной области на кусках клубней сахарной свеклы;

Фиг. 20: Схематическое представление примера способа формирования калибровочных данных для определения болезней в растительном материале.

На фигурах, элементы с одинаковыми или сравнимыми функциями обозначены одинаковыми числовыми позициями.

На фиг. 1 представлен способ 100 для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, в частности, растительный материал, загрязненный почвой. Способ содержит описанные далее этапы. На этапе 110 принимается проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, т.е. целевой растительный материал и налипшую землю. На этапе 120 излучаются электромагнитные волны в направлении пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей. На этапе 130 электромагнитные волны, отраженные от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, принимаются. На этапе 140 электромагнитные волны обрабатываются посредством блока системы анализа. Затем возможно выполнение одного или группы этапов. На этапе 150а выполняется определение процентного содержания по массе целевого растительного материала, и/или на этапе 150b выполняется определение процентного содержания по массе налипшей земли, и/или на этапе 150с выполняется определение компонентов налипшей земли.

На фиг. 2а представлен способ 100 для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, в частности, растительный материал, загрязненный почвой. В данном примере может быть определено процентное содержание по массе целевого растительного материала и/или а процентное содержание по массе налипшей земли. Способ содержит описанные далее

этапы. Во-первых, выполняется калибровка. На этапе 210 выполняется формирование первых калибровочных данных, содержащее следующие этапы. На этапе 220 отбирается проба из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, и проба делится на первую пробу и вторую пробу. На этапе 230 выполняется измельчение целевого растительного материала, сцепленного с налипшей землей, первой пробы и перемещение первой пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, и вдоль камеры, которая выполнена с возможностью приема электромагнитных волн. На этапе 240 проводится анализ первой пробы посредством непрерывного излучения электромагнитных волн в направлении первой пробы, приема электромагнитных волн от первой пробы и обработки электромагнитных волн.

Формирование первых калибровочных данных может дополнительно содержать один или группы этапов: На этапе 240а выполняется преобразование принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, предпочтительно с использованием NIRS и/или в цифровое изображение, предпочтительно цветные изображения. На этапе 240б выполняется предварительная обработка спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, при этом предварительная обработка предпочтительно производится посредством мультипликативной коррекции рассеивания (MSC) и/или первых производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, причем предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ. На этапе 240с выполняется предварительная обработка по меньшей мере одного цифрового изображения посредством фильтра, причем фильтр предпочтительно предназначен для использования по меньшей мере одного цветового порога, чтобы проводить различие между целевым растительным материалом и налипшей землей. На этапе 240д исключаются спектральные сигналы, которые не преобразованы из электромагнитных волн, которые отражаются от первой пробы, предпочтительно посредством дифференциации спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации. На этапе 240е спектральные сигналы усредняются в один спектральный сигнал.

На этапе 250 проводится эталонный анализ второй пробы посредством определения первой массы второй пробы, удаления по меньшей мере части налипшей земли из второй пробы и последующего определения второй массы второй пробы, и вычисления процентного содержания по массе налипшей земли относительно первой массы второй пробы посредством первой массы второй пробы и второй массы второй пробы и/или вычисления процентного содержания по массе налипшей земли относительно массы целевого растительного материала посредством первой массы второй пробы и второй массы второй пробы. На этапе 260 выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ для формирования калибровочных данных, причем калибровочные данные предпочтительно получают

посредством анализа главных компонент (PCA) и/или множественной линейной регрессии (MLR), и/или регрессии частных наименьших квадратов (PLS), и/или машинного обучения, в частности, посредством нейронных сетей. Далее на этапе 260 результаты анализа первой пробы сравниваются с результатами эталонного анализа второй пробы.

После данной калибровки выполняются следующие этапы. На этапе 110 принимается проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, т.е. содержащая целевой растительный материал и налипшую землю. На этапе 111 проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, измельчается на куски. На этапе 112 проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, равномерно распределяется на транспортировочном устройстве, предпочтительно с помощью валика, который располагается над транспортировочным устройством. На этапе 113 проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, перемещается вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, и/или вдоль камеры, которая выполнена с возможностью приема электромагнитных волн, при этом перемещение пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно производят транспортировочным устройством, предпочтительно транспортной лентой, предпочтительно со скоростью транспортировки в диапазоне от 0,05 м/с до 20 м/с, в частности, от 0,05 м/с до 10 м/с, предпочтительно от 0,5 м/с до 5 м/с.

На этапе 120 излучаются электромагнитные волны в направлении пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей. На этапе 130 электромагнитные волны, отраженные от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, принимаются. На этапе 140 электромагнитные волны обрабатываются посредством блока системы анализа. Затем возможно выполнение одного или группы этапов. На этапе 150a выполняется определение процентного содержания по массе целевого растительного материала, и/или на этапе 150b выполняется определение процентного содержания по массе налипшей земли.

На фиг. 2b представлен способ 100 для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, в частности, растительный материал, загрязненный почвой. В данном примере возможно определение компонентов налипшей земли. Способ содержит описанные далее этапы. Во-первых, выполняется калибровка. На этапе 211 выполняется формирование вторых калибровочных данных, при этом 211 содержит следующие этапы: На этапе 221 отбирается проба из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно установленное

количество, например, 10 кг. На этапе 231 выполняется измельчение целевого растительного материала, сцепленного с налипшей землей, и предпочтительно перемещение пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн. На этапе 241 проводится спектроскопический анализ пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, в частности, методом спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS) и, предпочтительно, по меньшей мере одним другим аналитическим методом.

Формирование вторых калибровочных данных может дополнительно содержать один или группы этапов. На этапе 241a выполняется предварительная обработка спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, при этом предварительная обработка предпочтительно производится посредством мультипликативной коррекции рассеивания (MSC) и/или первых производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, причем предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ. На этапе 241b исключаются спектральные сигналы, которые не преобразованы из электромагнитных волн, которые отражаются от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно посредством дифференциации спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации. На этапе 241c спектральные сигналы усредняются в один спектральный сигнал.

На этапе 251 проводится эталонный анализ налипшей земли посредством проведения измерений такими методами, как поляриметрия, эмиссионная фотометрия, флуориметрический метод с использованием о-фталальдегида (OPA), метод с использованием реагента меди, метод с использованием биодатчика на основе иммобилизованного фермента, тепловой метод, атомная абсорбционная спектрометрия (AAS); рентгеновская флуоресцентная спектроскопия (XRFS); атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES), и/или другими методами. На этапе 261 выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ для формирования калибровочных данных, причем калибровочные данные предпочтительно получают посредством анализа главных компонент (PCA) и/или множественной линейной регрессии (MLR), и/или регрессии частных наименьших квадратов (PLS), и/или машинного обучения, в частности, посредством нейронных сетей. Далее на этапе 261 результаты спектроскопического анализа сравниваются с результатами эталонного анализа.

После данной калибровки выполняются следующие этапы. На этапе 110 принимается проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, т.е. содержащая целевой растительный

материал и налипшую землю. На этапе 111 проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, измельчается на куски. На этапе 112 проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, равномерно распределяется на транспортировочном устройстве, предпочтительно с помощью валика, который располагается над транспортировочным устройством. На этапе 113 проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, перемещается вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, и/или вдоль камеры, которая выполнена с возможностью приема электромагнитных волн, при этом перемещение пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно производят транспортировочным устройством, предпочтительно транспортной лентой, предпочтительно со скоростью транспортировки в диапазоне от 0,05 м/с до 20 м/с, в частности, от 0,05 м/с до 10 м/с, предпочтительно от 0,5 м/с до 5 м/с.

На этапе 120 излучаются электромагнитные волны в направлении пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей. На этапе 130 электромагнитные волны, отраженные от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, принимаются. На этапе 140 электромагнитные волны обрабатываются посредством блока системы анализа. Затем возможно выполнение одного или группы этапов. На этапе 150с выполняется определение компонентов налипшей земли.

На фиг. 3 представлен предпочтительный пример секции завода по производству сахара, с системой для определения компонентов налипшей земли и для определения процентного содержания по массе налипшей земли и/или процентного содержания по массе целевого материала. Клубни 305 сахарной свеклы, которые являются целевым материалом, совместно с налипшей на них землей, в частности, почвой, транспортируются в приемную секцию 301 грузовым автомобилем 302. В приемной секции 301 клубни сахарной свеклы 305 выгружаются из грузового автомобиля 302 и, при необходимости, хранятся в течение некоторого периода времени. Затем, непосредственно из грузового автомобиля 302 или после возможного хранения, клубни 305 сахарной свеклы транспортируются вдоль направления Н загрузочного лотка в измельчающее устройство 310 посредством загрузочного лотка 308 сахарной свеклы. В измельчающем устройстве 310 клубни 305 сахарной свеклы разрезаются на куски клубней сахарной свеклы, при этом измельчающее устройство разрезает клубни сахарной свеклы 305 на куски 311 клубней сахарной свеклы.

Куски 311 клубней сахарной свеклы размещаются на транспортировочном устройстве 312, которое может быть транспортной лентой. Куски 311 клубней сахарной свеклы транспортируются в направлении Т транспортировки от входного конца

транспортировочного устройства к выходному концу транспортировочного устройства, при этом транспортировочное устройство 312 образует поток кусков клубней сахарной свеклы, который движется вдоль направления Т транспортировки. Над транспортировочным устройством располагается валик 313, который выполнен с возможностью равномерного распределения и уплотнения кусков клубней сахарной свеклы, которые перемещаются на транспортировочном устройстве 312 вдоль направления Т транспортировки. Над транспортировочным устройством 312 располагается блок системы анализа. При этом блок системы анализа выполнен с возможностью излучения электромагнитных волн в направлении кусков 311 клубней сахарной свеклы, которые располагаются на транспортировочном устройстве 312, посредством источника электромагнитных волн 314. Кроме того, блок системы анализа выполнен с возможностью приема отраженных электромагнитных волн посредством датчика 315, который располагается непосредственно после валика 313. Датчик 315 предназначен для приема электромагнитных волн, отраженных от поверхности кусков клубней сахарной свеклы 312, например, в диапазоне длин волн от 850 нм до 1650 нм. Кроме того, блок системы анализа выполнен с возможностью преобразования принятых отраженных электромагнитных волн в спектральный сигнал.

Датчик 315 может непрерывно регистрировать отраженные электромагнитные волны и передавать данные по волоконному световоду 316 в спектрометр 317, который преобразует электромагнитные волны, спектрально разложенные по длинам волн, в спектральные сигналы. В процессе прохода потока кусков клубней сахарной свеклы с налипшей землей, формируется группа таких спектральных сигналов, которые могут фильтроваться и усредняться процессором 318. Посредством сравнения с подходящими калибровочными данными могут определяться компоненты налипшей земли и процентное содержание по массе налипшей земли и/или процентное содержание по массе целевого материала.

Куски 311 клубней сахарной свеклы с налипшей на них землей затем очищаются или промываются для удаления налипшей на них земли, по меньшей мере большей ее части, и затем подаются 320 в процесс производства сахара (не показанный) на заводе по производству сахара.

На фиг. 4 представлен пример двух спектральных сигналов 401, 402, полученных методом спектроскопии в ближней инфракрасной области на кусках клубней сахарной свеклы для производства сахара. Для формирования этих спектральных сигналов 401, 402, сначала источником электромагнитных волн излучаются электромагнитные волны в направлении кусков клубней сахарной свеклы, которые располагаются на транспортировочном устройстве. Затем отраженные электромагнитные волны принимаются датчиком, при этом датчик предназначен для приема электромагнитных волн, отраженных от поверхности кусков клубней сахарной свеклы. Затем принятые отраженные электромагнитные волны преобразуются в спектральный сигнал посредством спектрометра ближней инфракрасной области спектра. В показанном примере

принимаются отраженные электромагнитные волны в диапазоне длин волн приблизительно от 850 нм до 1650 нм. На показанной диаграмме интенсивность  $I$  показана в зависимости от длины  $W$  волны (в нм). Спектральные сигналы представлены типичными кривыми, характеризующими спектральные сигналы для измельченных кусков клубней сахарной свеклы, которые промыты и, следовательно, предварительно очищены (сигнал 401), и для измельченных кусков клубней сахарной свеклы, которые не очищены предварительно и, следовательно, содержат больше налипшей земли (сигнал 402). Во время движения потока кусков клубней сахарной свеклы может быть получено группа таких спектральных сигналов, которые могут фильтроваться и усредняться процессором. Вследствие различия спектральных сигналов от очищенных и неочищенных кусков клубней сахарной свеклы можно определять количество налипшей земли и, следовательно, определять процентное содержание по массе налипшей земли только посредством информации, полученной методом спектроскопии.

На фиг. 5 представлена диаграмма со значениями, полученные спектроскопическим анализом налипшей земли в ближней инфракрасной области (NIRS). Фактические значения графически показаны против прогнозируемых значения. Как можно видеть, точки на диаграмме, каждая из которых представляет измерение, коррелируются. В среднем, средние значения можно прогнозировать относительно точно.

На фиг. 6а представлена диаграмма для калибровочных данных с прогнозируемыми значениями и опорными значениями процентного содержания по массе налипшей земли. На этой фигуре, значение прогнозируемой налипшей земли в процентах понимается как прогнозируемое процентное содержание по массе налипшей земли, которое определено методом спектроскопического анализа в ближней инфракрасной области (NIRS). Опорное значение налипшей земли в процентах понимается как процентное содержание по массе налипшей земли, определенное посредством эталонного анализа. Как можно видеть, точки, каждая из которых представляет измерение, демонстрируют высокую степень корреляции  $R^2=0.9$ . Это означает, что, на основании найденных значений, можно показать, что процентное содержание по массе налипшей земли можно относительно точно прогнозировать по информации, полученной анализом методом спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS).

На фиг. 6б представлена диаграмма с абсолютными значениями опорных значений, показанных на фиг. 6а. Выполнено несколько сотен измерений, большинство из которых выполнено при наличии налипшей земли с содержанием 6-9 процентов по массе.

На. 7 схематически представлен примерный способ 600 для определения первых калибровочных данных. Способ содержит следующие этапы. На этапе 610 отбирается проба из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, т.е. содержащая целевой растительный материал и налипшую землю, и проба делится на первую пробу и вторую пробу. На этапе 620 выполняется измельчение целевого растительного материала, сцепленного с налипшей землей, первой пробы, и/или предпочтительно перемещение первой пробы

вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, и/или вдоль камеры, которая выполнена с возможностью приема электромагнитных волн. На этапе 630 проводится анализ первой пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении первой пробы, приема электромагнитных волн, отраженных от первой пробы, и предпочтительно обработки электромагнитных волн. На этапе 640 проводится эталонный анализ второй пробы посредством определения первой массы второй пробы, удаления по меньшей мере части налипшей земли из второй пробы и последующего определения второй массы второй пробы, и вычисления процентного содержания по массе налипшей земли относительно первой массы второй пробы посредством первой массы второй пробы и второй массы второй пробы, и/или процентного содержания по массе налипшей земли относительно массы целевого растительного материала посредством первой массы второй пробы и второй массы второй пробы.

На этапе 640а выполняется преобразование принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, и/или в по меньшей мере одно цифровое изображение, предпочтительно группа цифровых изображений, в частности, цветные изображения. На этапе 640b выполняется предварительная обработка спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, при этом предварительная обработка предпочтительно производится посредством мультипликативной коррекции рассеивания (MSC) и/или первых производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, причем предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ. На этапе 640c выполняется предварительная обработка по меньшей мере одного цифрового изображения посредством фильтра, причем фильтр предпочтительно предназначен для использования по меньшей мере одного цветового порога, чтобы проводить различие между целевым растительным материалом и налипшей землей. На этапе 640d исключаются спектральные сигналы, которые не преобразованы из электромагнитных волн, которые отражаются от первой пробы, предпочтительно посредством дифференциации спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации. На этапе 640e спектральные сигналы усредняются в один спектральный сигнал.

И на этапе 650 выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ для формирования калибровочных данных, причем калибровочные данные предпочтительно получают посредством анализа главных компонент (PCA) и/или множественной линейной регрессии (MLR), и/или регрессии частных наименьших квадратов (PLS), и/или машинного обучения, в частности, посредством нейронных сетей. Кроме того, на этапе 650 результаты анализа первой пробы сравниваются с результатами эталонного анализа второй пробы.

В последующем приведены дополнительные примеры и пояснения относительно характерных особенностей и функционирования анализа методом спектроскопии

возбуждения лазерным пробоем (LIBS).

Помимо интенсивности в спектре, повышение мощности импульса и увеличение пятна измерения приводит к увеличению количества измеренных спектров на график. Хотя LIBS с лазером высокой мощности характеризовался одним измерением графика с всего 51 средними значениями (что вероятно обусловлено запуском измерения вручную), среднее число спектров на график составляет >2 раза больше, чем для LIBS с волоконным лазером. Это означает, что на один график измеряется увеличенная проба (увеличенное поперечное сечение проб), что помогает получать большую однородность пробы. Пример работы системы для прогнозирования макроудобрений был показан для калия и натрия.

**Таблица анализа графиков:** Статистические данные по усредненным спектрам на график

	LIBS с волоконным лазером	LIBS с лазером высокой мощности
Среднее число спектров на график	342	769
Минимальное число спектров на график	216	51
Максимальное число спектров на график	573	1182

Для определения калия, спектры нормируются по линии  $\text{Na}$  (характерная видимая длинноволновая красная спектральная линия в серии Балмера, с длиной волны 656,28 нм в воздухе) на 565,5 нм, и диапазон ограничивался до 764-772 нм, до калия. Шум снижается в спектрах высокой мощности, хотя высоты сигнала находятся на том же уровне благодаря нормированию. Для LIBS с лазером высокой мощности, численно выраженное отношение сигнал/шум оказывается  $\approx$  (приблизительно) в 8 раз выше.

**Таблица Характеристики определения калия**

		Факторы	Число проб	мин.	макс.	Std.	R <sup>2</sup>	RM SE	RP D
<b>LIBS с волоконным лазером</b>	калибровка	2	37	2,74	3,90	0,38	0,77	0,18	2,1
	Перекрестная проверка	2	37	2,74	3,90	0,38	0,60	0,25	1,5
<b>LIBS с лазером высокой мощностью</b>	калибровка	2	37	2,74	3,90	0,38	0,76	0,18	2,1
	Перекрестная проверка	2	37	2,74	3,90	0,38	0,65	0,23	1,6

Std.: стандартное отклонение эталонного набора

R<sup>2</sup>: коэффициент корреляции

RMSE: средне-квадратичная погрешность

RPD: остаточное отклонение прогноза

Для определения натрия, спектры нормировались на линии Na $\alpha$  при 589,0 нм, и диапазон ограничивается до 586-591 нм, до линии спектра излучения натрия. Шум в мощных спектрах снижается. Для LIBS с лазером высокой мощности, при определении натрия, отношение сигнал/шум оказывается  $\approx$  в 2 раза выше. При калибровке, а также перекрестной проверке, LIBS с лазером высокой мощности работает  $\approx$  на 20% лучше, чем LIBS с волоконным лазером. LIBS с лазером высокой мощности достигает значений R<sup>2</sup> 0,83 и значений RMSE 0,38 ммол/100 г свежей свеклы.

**Таблица Характеристики определения натрия**

		Факторы	Число проб	мин.	макс.	Std.	R <sup>2</sup>	RMS E	RPD
LIBS с волоконным лазером	калибровка	2	37	0,16	0,47	0,088	0,81	0,037	2,4
	Перекрестная проверка	2	37	0,16	0,47	0,088	0,75	0,045	1,9
LIBS с лазером высокой мощности	калибровка	2	37	0,16	0,47	0,088	0,89	0,029	3
	Перекрестная проверка	2	37	0,16	0,47	0,088	0,83	0,038	2,3

Std.: стандартное отклонение эталонного набора

R<sup>2</sup>: коэффициент корреляции

RMSE: средне-квадратичная погрешность

RPD: остаточное отклонение прогноза

Результаты, показанные на примерах натрия и калия, подтверждают, что LIBS можно использовать для анализа химических параметров почвы на содержание основных питательных веществ, таких как калий, магний, кальций, азот и фосфор, и общее содержание микроудобрений, таких как железо и марганец. Для непосредственного анализа конкретных макро- и микроудобрений в налипшей почв можно проводится специальный анализ загрязненности на основании разных мест и предоставлять сахарным промышленникам больше понимания о зонах выращивания.

На фиг. 8 схематически представлен примерный способ 1100 для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара. Способ 1100 содержит

описанные далее этапы. На этапе 1101 принимается заданное количество сахарной свеклы, включающее в себя производственную партию сахарной свеклы для производства сахара и партию для анализа сахарной свеклы для анализа компонентов и, возможно, для производства сахара. На этапе 1102 обеспечивается заданное количество сахарной свеклы, включающее в себя производственную партию сахарной свеклы для производства сахара и партию для анализа сахарной свеклы для анализа компонентов и, возможно, для производства сахара. Производственная партия и/или партия для анализа предпочтительно обеспечиваются в форме кусков клубней сахарной свеклы посредством измельчения и/или нарезания. На этапе 1103 проводится анализ по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии. На этапе 1104 излучаются электромагнитные волны в направлении по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии. На этапе 1105, электромагнитные волны принимаются. На этапе 1106 выполняется преобразование принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал. На этапе 1107 осуществляется производство сахара из по меньшей мере производственной партии и, возможно, из партии для анализа.

Пример способа определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара может быть следующим, при этом порядок этапов может отличаться от порядка, в котором этапы описаны в последующем. Способ может содержать этапы, описанные на фиг. 8, и один или группа из этапов, описанных в последующем, причем порядок этапов может отличаться от порядка, в котором этапы описаны в последующем. На этапе осуществляется подача кусков клубней сахарной свеклы и/или стружки из производственной партии и/или партии для анализа. На этапе осуществляется размещение по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве. На этапе осуществляется транспортировка по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии посредством по меньшей мере одного транспортировочного устройства, предпочтительно со скоростью транспортировки в диапазоне от 0,5 м/с до 20 м/с, в частности, от 0,05 м/с до 10 м/с, предпочтительно в диапазоне от 0,05 м/с до 5 м/с, предпочтительнее в диапазоне от 0,05 м/с до 1 м/с. На этапе осуществляется производство отжатого жома посредством удаления жидких веществ из по меньшей мере производственной партии и/или по меньшей мере партии для анализа, предпочтительно посредством механического пресса. На этапе осуществляется формирование калибровочных данных, в том числе взятие пробы сахарной свеклы, предпочтительно установленного количества, например, 10 кг, спектроскопический анализ пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, производство свекловичной пульпы из пробы, предпочтительно посредством ножевой мельницы, и экстрагирование свекловичной пульпы, предпочтительно раствором сульфата алюминия или ацетата свинца или водой, проводится эталонный анализ экстрагированной свекловичной пульпы

посредством проведения измерений такими методами, как поляриметрия, эмиссионная фотометрия, флуориметрический метод с использованием о-фталальдегида (ОФА), метод с использованием реагента меди, метод с использованием биодатчика на основе иммобилизованного фермента и/или других измерений, сравнение результатов спектроскопического анализа с результатами эталонного анализа. На этапе выполняется обработка спектрального сигнала для определения компонентов в по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии. На этапе выполняется сравнение спектрального сигнала с калибровочными данными и, в зависимости от сравнения, определение, предпочтительно количественно, компонентов в по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии. На этапе выполняется изменение по меньшей мере одного параметра производства сахара, в частности, импульсов и/или числа импульсов электрического поля и/или температуры технологического процесса, и/или скорости транспортировки, и/или длительности нахождения производственной партии в реакторе, в зависимости от обнаруженных компонентов в по меньшей мере партии для анализа. На этапе выполняется изменение по меньшей мере одного параметра процесса сушки для сушки отжатого жома, в частности, времени сушки и/или температуры сушки для сушки отжатого жома в зависимости от обнаруженных компонентов в по меньшей мере партии для анализа. На этапе выполняется изменение по меньшей мере порядка, в котором сахарная свекла подается в процесс производства сахара в зависимости от обнаруженных компонентов в по меньшей мере партии для анализа. На этапе выполняется транспортировка производственной партии и партии для анализа вдоль первой транспортировочной секции. На этапе выполняется транспортировка по меньшей мере партии для анализа вдоль боковой секции, при этом боковая секция может применяться для анализа партии для анализа и/или для анализа производственной партии, и/или в качестве этапа в процессе калибровки. На этапе выполняется транспортировка по меньшей мере части производственной партии, в частности, кусков клубней сахарной свеклы, которые не входят в партию для анализа, вдоль главной транспортировочной секции. На этапе выполняется транспортировка производственной партии вдоль второй транспортировочной секции. На этапе выполняется транспортировка партии для анализа вдоль второй транспортировочной секции и/или отправление в отбросы партии для анализа. На этапе осуществляется равномерное распределение кусков клубней сахарной свеклы на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве, предпочтительно с помощью валика, который располагается над транспортировочным устройством, или неравномерное распределение кусков клубней сахарной свеклы на по меньшей мере одном транспортировочном устройстве без помощи валика.

На фиг. 9 представлен предпочтительный пример завода 1300 по производству сахара с системой для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара. Убранная сахарная свекла принимается в приемной секции 1301 завода по производству сахара. Сахарная свекла транспортируется в приемную секцию

1301 грузовым автомобилем 1302. В приемной секции 1301 сахарная свекла 1305 выгружается из грузового автомобиля 1302 с помощью водной струи 1304, которая образуется источником 1303 воды. В приемной секции 1301 сахарная свекла может анализироваться в первом положении Р1 анализа. В первом положении Р1 анализа сахарная свекла может анализироваться с применением способа, описанного в настоящей заявке. Затем сахарная свекла 1305 промывается в моечном аппарате 1306 для сахарной свеклы, чтобы удалить почву, камни, грязь и песок. Моечный аппарат 1306 для сахарной свеклы может также содержать магнит для извлечения металлических частиц. Затем сахарная свекла 1305 транспортируется вдоль направления Н загрузочного лотка в нарезающее устройство 1310 посредством загрузочного лотка 1308 для сахарной свеклы. В нарезающем устройстве 1310 клубни сахарной свеклы 1305 нарезаются на куски клубней сахарной свеклы, при этом нарезающее устройство разрезает клубни сахарной свеклы 1305 на куски 1311 клубней сахарной свеклы, которые формируются в виде тонких удлиненных полосок. Куски 1311 клубней сахарной свеклы помещаются на транспортировочное устройство 1312, которое может быть транспортерной лентой. Куски 1311 клубней сахарной свеклы транспортируются в направлении Т транспортировки от входного конца транспортировочного устройства к выходному концу транспортировочного устройства, при этом транспортировочное устройство 1312 создает поток кусков клубней сахарной свеклы, который движется вдоль направления Т транспортировки. Над транспортировочным устройством может располагаться валик 1313, который выполнен с возможностью равномерного распределения и уплотнения кусков клубней сахарной свеклы, которые перемещаются на транспортировочном устройстве 1312 вдоль направления Т транспортировки. Однако способ, описанный в настоящей заявке, можно также применять без валика.

Во втором положении Р2 анализа куски клубней сахарной свеклы могут анализироваться с применением способа, описанного в настоящей заявке. Над транспортировочным устройством 1312 располагается блок системы анализа. При этом, блок системы анализа выполнен с возможностью излучения электромагнитных волн в направлении кусков 1311 клубней сахарной свеклы, которые располагаются на транспортировочном устройстве 1312, посредством источника 1314 электромагнитных волн. Кроме того, блок системы анализа выполнен с возможностью приема отраженных электромагнитных волн посредством оптической системы 1315, которая располагается непосредственно после валика 1313. Оптическая система 1315 предназначена для приема электромагнитных волн, отраженных от поверхности кусков клубней 1311 сахарной свеклы. Кроме того, блок системы анализа выполнен с возможностью преобразования принятых отраженных электромагнитных волн в спектральный сигнал. Оптическая система 1315 может непрерывно регистрировать отраженные электромагнитные волны и передавать их по волоконному световоду 1316 в спектрометр 1317, который преобразует электромагнитные волны, спектрально разложенные по длинам волн, в спектральные сигналы, например, в диапазоне длин волн от 850 нм до 1650 нм. Во время движения

потока кусков клубней сахарной свеклы формируется группа таких спектральных сигналов, которые могут фильтроваться и усредняться процессором 1318. Посредством сравнения с подходящими калибровочными данными могут точно определяться компоненты кусков клубней сахарной свеклы, например, экстрагируемое содержание сахара и некоторые другие. Процессор 1318 может содержать блок управления для управления блоком системы анализа и для приема данных из блока системы анализа. Блок управления предназначен для изменения по меньшей мере одного параметра производства сахара, в зависимости от компонентов, обнаруженных блоком системы анализа. Тем самым, процесс производства сахара можно непосредственно приспособлять к компонентам кусков клубней сахарной свеклы, которая в настоящее время находится на заводе по производству сахара в процессе производства сахара. Следовательно, при таком оперативном анализе компонентов, процесс производства сахара можно оптимально корректировать соответственно кускам клубней сахарной свеклы, из которых должен экстрагироваться сахар.

Затем куски 1311 клубней сахарной свеклы транспортируются в миксер 1319 кусков клубней сахарной свеклы, где куски клубней сахарной свеклы смешиваются с горячим соком. После этого, куски клубней сахарной свеклы перекачиваются в нижнюю часть диффузионного аппарата 1320. Сахар экстрагируется из кусков клубней сахарной свеклы горячей водой (например, водой с температурой около 70°C) в диффузионный аппарат. В диффузионном аппарате 1320 куски клубней сахарной свеклы двигаются в направлении U вверх, и горячая вода движется в направлении D вниз, при этом горячая вода движется в направлении, противоположном направлению движения кусков клубней сахарной свеклы. В диффузионном аппарате сахар экстрагируется из кусков клубней сахарной свеклы и получается из горячей воды. В результате образуется диффузионный сок. Диффузионный сок может содержать около 98 масс.% общего содержания сахара клубней сахарной свеклы и органические и неорганические составляющие, которые называются несахарами, из клубней сахарной свеклы. Несахара в диффузионном соке связаны и экстрагируются посредством природных веществ, негашеной извести и углекислого газа, в известкообжигательной печи в дефекационном аппарате 1330. Затем хлопьевидные нерастворимые несахара и негашеная известь отфильтровываются в фильтровальных элементах 1340. Фильтрат называется очищенным соком и остаток на фильтре называется карбонизированной известью. Очищенный сок сгущается в многоступенчатом процессе выпаривания в выпаривателях 1350. В результате получается сироп. Сироп дополнительно сгущается в выпаривателях под вакуумом. Затем запускается процесс кристаллизации посредством добавления сахарной пудры в сироп в а кристаллизационной установке 1360. В результате получается патока. Затем кристаллы сахара отделяются от патоки центрифугированием в центрифуге 1370. В результате получается сахар. Сахар высушивается в сушильном аппарате 1375, который направляет поток воздуха на сахар. Затем высушенный сахар можно складировать в бункере 1380.

Из диффузионного аппарата 1320 куски клубней сахарной свеклы, из которых

сахар был экстрагирован в диффузионном аппарате 1320, транспортируются в механический пресс 1390. Механический пресс 1390 прессует куски клубней сахарной свеклы, из которых был экстрагирован сахар, чтобы выжать жидкость из кусков клубней сахарной свеклы. В результате получается отжатый жом. Отжатый жом содержит меньше влаги по сравнению с кусками клубней сахарной свеклы до прессования кусков клубней сахарной свеклы. В третьем положении Р3 анализа отжатый жом может анализироваться с применением способа, описанного в настоящей заявке. Из механического пресса 1390 отжатый жом транспортируется в другой блок системы анализа, при этом данный блок системы анализа выполнен с возможностью излучения электромагнитных волн в направлении отжатого жома 1391, который располагается на другом транспортировочном устройстве 1392, посредством источника 1394 электромагнитных волн. Кроме того, блок системы анализа выполнен с возможностью приема отраженных электромагнитных волн посредством оптической системы 1395, которая располагается непосредственно после валика 1393, при этом способ можно также применять без валика. Оптическая система 1395 предназначена для приема электромагнитных волн, отраженных от поверхности отжатого жома 1391. Кроме того, блок системы анализа выполнен с возможностью преобразования принятых отраженных электромагнитных волн в спектральный сигнал. Оптическая система 1395 может непрерывно регистрировать отраженные электромагнитные волны и передавать их по волоконному световоду 1396 в спектрометр 1397, который преобразует электромагнитные волны, спектрально разложенные по длинам волн, в спектральные сигналы, например, в диапазоне длин волн от 850 нм до 1650 нм. Во время движения потока отжатого жома 1391 формируется множество таких спектральных сигналов, которые могут фильтроваться и усредняться процессором 1398. Посредством сравнения с подходящими калибровочными данными можно точно определять компоненты отжатого жома, например, остаточное содержание влаги и некоторые другие. Процессор 1398 может содержать блок управления для управления блоком системы анализа и для приема данных из блока системы анализа. Блок управления предназначен для изменения по меньшей мере одного параметра производства сахара и/или по меньшей мере одного параметра механического пресса, в зависимости от определения компонентов отжатого жома посредством блоком системы анализа.

В данном примере, в положениях Р2 анализа, все куски клубней сахарной свеклы анализируются на предмет анализа компонентов и все куски клубней сахарной свеклы используются для производства сахара. Следовательно, в данном примере, все куски клубней сахарной свеклы являются частью партии для анализа и все куски клубней сахарной свеклы являются частью производственной партии. Кроме того, в данном примере, весь отжатый жом, который производится, анализируется на предмет анализа компонентов отжатого жома. Следовательно, в данном примере, весь отжатый жом является частью партии для анализа отжатого жома.

Помимо положений Р1, Р2 и Р3 анализа, клубни сахарной свеклы можно также анализировать с применением способа, описанного в настоящей заявке, в другом

положении анализа, например, четвертом положении анализа, которое находится в секции хранения, в которой хранятся клубни сахарной свеклы.

На фиг. 10 представлен пример спектрального сигнала 1400, получаемого спектроскопией в ближней инфракрасной области кусков клубней сахарной свеклы для производства сахара. Чтобы сформировать спектральный сигнал 1400, сначала источником электромагнитных волн излучаются электромагнитные волны в направлении кусков клубней сахарной свеклы, которые располагаются на транспортировочном устройстве. Затем отраженные электромагнитные волны принимаются датчиком, при этом датчик предназначен для приема электромагнитных волн, отраженных от поверхности кусков клубней сахарной свеклы. Затем принятые отраженные электромагнитные волны преобразуются в спектральный сигнал посредством спектрометра ближней инфракрасной области спектра. В показанном примере принимаются отраженные электромагнитные волны в диапазоне длин волн от 850 нм до 1650 нм. На показанной диаграмме, коэффициент  $A$  поглощения графически изображен в зависимости от длины  $W$  волны (в нм). Спектральный сигнал 1400 представляет собой типичную кривую, характеризующую спектральный сигнал кусков клубней сахарной свеклы. Во время движения потока кусков клубней сахарной свеклы может быть сформирована группа таких спектральных сигналов, которые могут фильтроваться и усредняться процессором. По такому спектральному сигналу 1400 или группе таких спектральных сигналов можно определять компоненты в кусках клубней сахарной свеклы.

На фиг. 11а показан первый пример транспортировочного устройства 1312 на заводе по производству сахара, с боковой секцией 1540. Транспортировочное устройство 1312 содержит первую транспортировочную секцию 1510, которая располагается перед транспортировочным устройством 1312, и которая выполнена с возможностью транспортировки кусков клубней сахарной свеклы, содержащих партию для анализа для анализа компонентов и производственную партию для производства сахара, вдоль направления  $F$  транспортировки от входного конца 1511 первой транспортировочной секции 1510 до выходного конца 1512 первой транспортировочной секции 1510.

Главная транспортировочная секция 1520 примыкает к первой транспортировочной секции 1510, при этом главная транспортировочная секция 1520 имеет входной конец 1521 и выходной конец 1522, и входной конец 1521 главной транспортировочной секции 1520 примыкает к выходному концу 1512 первой транспортировочной секции 1510. При необходимости, на первой транспортировочной секции может находиться валик. Главная транспортировочная секция 1520 транспортирует часть производственной партии, за исключением части производственной партии, которая является партией для анализа, вдоль направления  $M$  транспортировки от входного конца 1521 главной транспортировочной секции 1520 к выходному концу 1522 главной транспортировочной секции 1520.

Боковая секция 1540 имеет входной конец 1541 и выходной конец 1542, при этом партия для анализа транспортируется в направлении  $B$  транспортировки от входного

конца 1541 боковой секции 1540 к выходному концу 1542 боковой секции 1540. Над боковой секцией 1540 располагается блок 1515 системы анализа, при этом блок 1515 системы анализа выполнен с возможностью излучения электромагнитных волн в направлении партии для анализа, которая располагается на боковой секции 1540, причем блок 1515 системы анализа выполнен с возможностью приема отраженных электромагнитных волн, и причем блок 1515 системы анализа выполнен с возможностью преобразования отраженных электромагнитных волн в спектральный сигнал. При необходимости, на боковой секции может располагаться валик.

Вторая транспортировочная секция 1530 примыкает к главной транспортировочной секции 1520 и боковой секции 1540. Вторая транспортировочная секция 1530 имеет входной конец 1531 и выходной конец 1532. Куски клубней сахарной свеклы, включающие в себя партию для анализа и производственную партию, транспортируются вдоль направления S транспортировки от входного конца 1531 второй транспортировочной секции 1530 до выходного конца 1532 второй транспортировочной секции 1530.

Как описано в данном примере, партия для анализа отделяется от основного потока кусков клубней сахарной свеклы, который является потоком производственной партии и партии для анализа, в боковую секцию 1540 на выходном конце 1512 первой транспортировочной секции 1510. Затем партия для анализа анализируется на боковой секции 1540 посредством блока 1515 системы анализа. После этого, партия для анализа снова подается в основной поток на входном конце 1531 второй транспортировочной секции 1530. Таким образом, в данном примере, партия для анализа является частью производственной партии.

На фиг. 11b показан второй пример транспортировочного устройства 1312 на заводе по производству сахара, с боковой секцией 1540. Транспортировочное устройство 1312 содержит первую транспортировочную секцию 1510, которая располагается в передней части транспортировочного устройства 1312, и которая выполнена с возможностью транспортировки кусков клубней сахарной свеклы, содержащих партию для анализа для анализа компонентов и производственную партию для производства сахара, вдоль направления F транспортировки от входного конца 1511 первой транспортировочной секции 1510 до выходного конца 1512 первой транспортировочной секции 1510.

Главная транспортировочная секция 1520 примыкает к первой транспортировочной секции 1510, при этом главная транспортировочная секция 1520 имеет входной конец 1521 и выходной конец 1522, и входной конец 1521 главной транспортировочной секции 1520 примыкает к выходному концу 1512 первой транспортировочной секции 1510. Главная транспортировочная секция 1520 транспортирует производственную партию вдоль направления транспортировки M от входного конца 1521 главной транспортировочной секции 1520 к выходному концу 1522 главной транспортировочной секции 1520.

Боковая секция 1540 имеет входной конец 1541 и выходной конец 1542, при этом партия для анализа транспортируется в направлении В транспортировки от входного конца 1541 боковой секции 1540 к выходному концу 1542 боковой секции 1540. Над боковой секцией 1540 располагается блок 1515 системы анализа, при этом блок 1515 системы анализа выполнен с возможностью излучения электромагнитных волн в направлении партии для анализа, которая располагается на боковой секции 1540, причем блок 1515 системы анализа выполнен с возможностью приема отраженных электромагнитных волн, и причем блок 1515 системы анализа выполнен с возможностью преобразования отраженных электромагнитных волн в спектральный сигнал. Контейнер 1550 для сбора партии для анализа располагается вплотную к выходному концу 1542 боковой секции 1540, при этом партия для анализа транспортируется в контейнер 1550. Партия для анализа в контейнере 1550 может, например, отправляться в отходы или вновь подаваться в процесс производства сахара, или использоваться иначе. При необходимости, на боковой секции может располагаться валик.

Вторая транспортировочная секция 1530 примыкает к главной транспортировочной секции 1520. Вторая транспортировочная секция 1530 имеет входной конец 1531 и выходной конец 1532. Производственная партия транспортируется вдоль направления S транспортировки от входного конца 1531 второй транспортировочной секции 1530 до выходного конца 1532 второй транспортировочной секции 1530.

Как описано в данном примере, партия для анализа отделяется от основного потока в боковую секцию 1540 на выходном конце 1512 первой транспортировочной секции 1510, анализируется на боковой секции 1540 посредством блока 1515 системы анализа и затем подается в контейнер 5150. Таким образом, в данном примере, партия для анализа не входит в производственную партию.

На фиг. 11с показан третий пример транспортировочного устройства 1312 на заводе по производству сахара, с боковой секцией 1540. Транспортировочное устройство 1312 содержит первую транспортировочную секцию 1510, которая располагается в начале транспортировочного устройства 1312, и которая выполнена с возможностью транспортировки кусков клубней сахарной свеклы, содержащих партию для анализа для анализа компонентов и производственную партию для производства сахара, вдоль направления F транспортировки от входного конца 1511 первой транспортировочной секции 1510 до выходного конца 1512 первой транспортировочной секции 1510.

Главная транспортировочная секция 1520 примыкает к первой транспортировочной секции 1510, при этом главная транспортировочная секция 1520 имеет входной конец 1521 и выходной конец 1522, и входной конец 1521 главной транспортировочной секции 1520 примыкает к выходному концу 1512 первой транспортировочной секции 1510. Главная транспортировочная секция 1520 транспортирует производственную партию вдоль направления M транспортировки от входного конца 1521 главной транспортировочной секции 1520 к выходному концу 1522 главной транспортировочной секции 1520.

Боковая секция 1540 имеет входной конец 1541 и выходной конец 1542, при этом партия для анализа транспортируется в направлении В транспортировки от входного конца 1541 боковой секции 1540 к выходному концу 1542 боковой секции 540. Над боковой секцией 1540 располагается блок 1515 системы анализа, при этом блок 1515 системы анализа выполнен с возможностью излучения электромагнитных волн в направлении партии для анализа, которая располагается на боковой секции 1540, причем блок 1515 системы анализа выполнен с возможностью приема отраженных электромагнитных волн, и причем блок 1515 системы анализа выполнен с возможностью преобразования отраженных электромагнитных волн в спектральный сигнал. Выходной конец 1542 боковой секции 1540 располагается снаружи завода по производству сахара. Линия 1590 обозначает границу завода по производству сахара. При необходимости, на боковой секции может располагаться валик.

Вторая транспортировочная секция 1530 примыкает к главной транспортировочной секции 1520. Вторая транспортировочная секция 1530 имеет входной конец 1531 и выходной конец 1532. Производственная партия транспортируется вдоль направления S транспортировки от входного конца 1531 второй транспортировочной секции 1530 к выходному концу 1532 второй транспортировочной секции 1530.

Как описано в данном примере, партия для анализа отделяется от основного потока в боковую секцию 1540 на выходном конце 1512 первой транспортировочной секции 1510, анализируется на боковой секции 1540 посредством блока 1515 системы анализа и затем транспортируется за пределы завода по производству сахара. Таким образом, в данном примере, партия для анализа не входит в состав производственной партии.

Транспортировочное устройство 1392 для транспортировки отжатого жома также может содержать боковую секцию, как описано в одном из примеров, которые показаны на фиг. 11a, 11b и 11c, и соответственно спроектировано.

На фиг. 12 показана диаграмма, на которой поляризация, измеренная на кусках клубней сахарной свеклы методом спектроскопии в ближней инфракрасной области, PN, графически сравнивается с поляризацией, измеренной эталонным способом PR. Для кусков клубней сахарной свеклы разработана калибровка, чтобы проверять характеристики анализа компонентов на кусках клубней сахарной свеклы, которые формируются в виде стружки, т.е. в виде тонких удлиненных полосок. Пробы, состоящие из 10 кг кусков клубней сахарной свеклы в форме стружки, анализировались с использованием анализа NIRS. Таким образом, из процесса производства сахара брали 10 кг кусков клубней сахарной свеклы, затем на транспортной ленте поток создавался стружки с высотой 100 мм и со скоростью 0,1 м/с. После этого стружка непрерывно облучалась электромагнитными волнами. Затем отраженное излучение в диапазоне длин волн 850-1650 нм непрерывно регистрируется через каждые 45 мс. Затем зарегистрированное излучение преобразовалось в спектральный сигнал, и спектральный сигнал обрабатывался для определения поляризации в кусках клубней сахарной свеклы. После такого анализа с использованием NIRS, пробу, состоящую из 10 кг стружки,

разрезали в ножевой мельнице, и из пробы получали мезгу. Эту мезгу гомогенизировали, и брали часть пробы и замораживали при  $-25^{\circ}\text{C}$ . Замороженные пробы мезги экстрагировали теплой водой (с температурой около  $40^{\circ}\text{C}$ ), и определяли поляризацию посредством поляриметра. Спрогнозированные результаты из анализа PN методом NIRS сравнивали со значениями поляризации, полученными посредством поляриметра PR. Можно видеть, что значения поляризации, полученные посредством NIRS, могут соответствовать значениям поляризации, полученными поляриметром. При использовании линейного уравнения, как показано на диаграмме, корреляция составляет  $R^2=0,8$ . С помощью сравнения значений поляризации, полученных упомянутыми двумя разными способами анализа можно сформировать калибровочные данные, как описано в настоящей заявке. Эти результаты показывают возможность проведения анализа компонентов посредством спектроскопии непосредственно на кусках клубней сахарной свеклы, которые имеются на заводе по производству сахара.

На фиг. 13 представлен пример сочетания разных спектроскопических методов анализа компонентов. Куски клубней сахарной свеклы показаны во втором положении P2 анализа, описанном в связи с фиг. 9. Отличием от фиг. 9 является сочетание разных спектроскопических методов. В данном случае, установлено три оптические системы 1315a, 1315b, 1315c для приема электромагнитных волн, отраженных от поверхности кусков 1311 клубней сахарной свеклы. Одна оптическая система 1315a предназначена для приема электромагнитных волн в диапазоне длин волн, который находится в ближней инфракрасной области спектра. Другая оптическая система 1315b предназначена для приема электромагнитных волн в диапазоне длин волн, который находится в области спектра, пригодной для спектроскопии комбинационного рассеяния. Другая оптическая система 1315c предназначена для приема электромагнитных волн в диапазоне длин волн, который находится в области спектра, пригодной для спектроскопии LIBS. Для оптических систем 1315b и 1315c можно применять отдельные источники света. Принятые отраженные электромагнитные волны преобразуются в спектральные сигналы. Оптические системы 1315a, 1315b, 1315c могут непрерывно регистрировать отраженные электромагнитные волны и передавать данные по волоконным световодам 1316a, 1316b, 1316c в спектрометры 1317a, 1317b, 1317c, которые преобразуют электромагнитные волны, спектрально разложенные по длинам волн, в спектральные сигналы. Один из спектрометров 1317a является спектрометром NIR области спектра, другой спектрометр 1317b является спектрометром LIB, и еще один спектрометр 1317c является рамановским спектрометром. Во время движения потока кусков клубней сахарной свеклы формируется группа таких спектральных сигналов, которые могут фильтроваться и усредняться процессорами 1318a, 1318b, 1318c. С помощью сравнения с подходящими калибровочными данными можно точно определять компоненты кусков клубней сахарной свеклы, например, экстрагируемое содержание сахара и некоторые другие. Процессоры 1318a, 1318b, 1318c могут содержать блок управления для управления блоком системы анализа и для приема данных из блока системы анализа.

Посредством сочетания датчиков/оптических систем для спектроскопии NIR/комбинационного рассеяния/LIBS с целью анализа кусков клубней сахарной свеклы можно анализировать многие из несхарных компонентов, например, для контроля коэффициента экстракции и качества сахарной свеклы. Калибровка методом NIRS на содержание выжимок и содержание сухого вещества демонстрирует высокие характеристики. Извлекаемый сахар в кусках клубней сахарной свеклы можно контролировать на основе формулы Бухгольца, как можно видеть в следующей таблице.

Признак	Эталонный анализ	Калибровка		Валидация			
		мин.	макс.	мин.	макс.	R	SEP
Поляризация	ICUMSA	10,4	21,9	10,5	21,7	0,97	0,34
Извлекаемый сахар	Расчет по поляризации, Na, K, и $\alpha$ -аминно-N (ICUMSA)	9,0	20,6	9,5	20,6	0,95	0,43
Сухое вещество	печь	11,6	28,3	11,6	28,3	0,98	0,40
Содержание выжимок	Титрование	2,8	5,1	3,1	4,9	0,86	0,20

SEP=стандартная ошибка прогнозирования

Для оценки качества клубней сахарной свеклы можно применять калибровки NIR, основанные на общем содержании азота. В этом случае, в спектральном сигнале регистрируется спектральная информация от органических соединений азота в сахарной свекле (а также бетаина; глутамина; аспарагина; пирролидона) и включается в прогнозируемое значение для азота.

Признак	Эталонный анализ	Калибровка		Валидация			
		мин.	макс.	мин.	макс.	R	SEP
Общий азот	по Дюма	0,48	1,05	0,5	1,05	0,77	0,04

Другой возможностью получения большего объема информации относительно вредного азота в сахарной свекле является применение датчиков LIBS. Метод LIBS с лазером высокой мощности может формировать спектральные сигналы повышенной интенсивности. При применении LIBS с лазером высокой мощности увеличивалось также отношение сигнал/шум. Например, для определения азота в спектрометре выбирался диапазон длин волн 485-640 нм. Калибровка и перекрестная проверка общего N показаны в нижеследующей таблице. На основе всего группы проб можно сделать вывод, что, с RPD (остаточным отклонением прогноза) 2,2, возможен скрининг при низком, среднем и высоком содержании азота.

		мин.	макс.	R <sup>2</sup>	RMSE	RPD
LIBS с	калибровка	11,84	166,65	0,75	7,73	2

волоконным лазером	Перекрестная проверка	11,84	166,65	0,63	9,79	1,6
LIBS с лазером высокой мощности	калибровка	11,84	166,65	0,78	7,22	2,2
	Перекрестная проверка	11,84	166,65	0,63	10,08	1,6

На основе использованных проб можно сделать вывод, что, с RPD 2,2, возможен скрининг при низком, среднем и высоком содержании азота. На основании очень низкого диапазона (112-167 мг общего N/г DM (сухого вещества)) в данных пробах, ожидаются более высокие показатели при более широком изменении общего содержания азота, как обычно имеет место при оценке качества на заводах по производству сахара.

Сочетание разных спектроскопических методов, описанных выше, можно также применять в другом положении анализа, например, в первом положении анализа или в третьем положении анализа.

На фиг. 14 показаны сегменты клубня сахарной свеклы для исследования однородности в клубнях сахарной свеклы. Однородность в клубнях сахарной свеклы подробно исследовали для получения более полного представления об однородности компонентов в клубнях сахарной свеклы. Поэтому исследовали по 100 клубней сахарной свеклы из 2 сортов (сорта с большей урожайностью и сорта с более высоким содержанием сахара). Из каждого сорта отобрали 100 равномерно распределенных клубней и отсортировали по размеру для обработки однородных групп по 5-7 клубней сахарной свеклы. В среднем выполнялось 16 повторных измерений на сорт. Каждый клубень разделяли на 6 горизонтальных слоев. Слои разрезали вдоль определенных круговых сосудисто-волокнистых пучков для образования в сумме 11 сегментов. Каждый из 11 сегментов находится в отличающемся положении в одном клубне сахарной свеклы, как показано на фигуре. Соответствующие сегменты объединяли и обрабатывали путем измельчения и гомогенизации керамическими ножами в мельнице. Для оценки распределения компонентов в сегментах клубня сахарной свеклы проводились разные анализы. Результаты показывают значительные различия для всех компонентов между сегментами, как можно видеть в ледующей таблице. Например, концентрация извлекаемого сахара обычно повышается от кончика корня к верху корня внутри одного клубня сахарной свеклы. В центральной мякоти содержание извлекаемого сахара было на вплоть до 1,5% ниже, чем в ткани корня снаружи. Наибольшее содержание извлекаемого сахара обнаружилось в средней ткани корня. Внутри клубней сахарной свеклы имеет место значительное колебание содержания сахара вплоть до 2,5%, в зависимости от сегмента. Результаты указывают на высокую однородность распределения компонентов внутри клубней сахарной свеклы для всех анализируемых компонентов.

	Полярзация	Калий	Натрий	$\alpha$ -амино-N	Глюкоза	Растворим. N	Общий N	Сухое вещество	Извлекаемый сахар	Общий N
	в % FW	в ммол/100 г FW клубня				в мг/100 г FW клубня	в % DM	в %	в % FW	в % DM
Сегмент 1'	16,73	5,46	0,56	2,20	0,19	90,77	0,88	24,01	14,99	0,88
Сегмент 2'	18,70	3,92	0,28	0,94	0,15	53,47	0,50	24,09	17,44	0,50
Сегмент 3'	18,93	3,98	0,28	0,85	0,08	43,68	0,42	23,81	17,71	0,42
Сегмент 4'	18,37	5,07	0,33	0,85	0,07	44,17	0,43	23,23	17,02	0,43
Сегмент 5'	18,83	3,56	0,25	0,64	0,12	38,79	0,45	24,02	17,72	0,45
Сегмент 6'	19,13	3,21	0,20	0,53	0,10	33,93	0,38	23,73	18,09	0,38
Сегмент 7'	18,93	3,72	0,22	0,52	0,09	33,28	0,39	23,60	17,82	0,39
Сегмент 8'	18,80	3,28	0,22	0,47	0,14	34,67	0,44	23,85	17,77	0,44
Сегмент 9'	19,01	3,15	0,19	0,43	0,11	31,94	0,38	23,68	18,01	0,38
Сегмент 10'	18,63	3,29	0,21	0,43	0,15	35,13	0,44	23,67	17,61	0,44
Сегмент 11'	18,00	3,71	0,24	0,42	0,20	38,69	0,50	23,54	16,92	0,50

FW - сырой вес

DM - сухое вещество

Кроме того, при сравнении отдельных клубней сахарной свеклы между собой, однородность компонентов может быть очень высокой. Поэтому, один грузовик сахарной свеклы делили на 459 отдельных проб. Каждую пробу обрабатывали и анализировали в лаборатории качества. Результаты, например, по содержанию извлекаемого сахара показывают высокую однородность в грузовике сахарной свеклы от одного

сельскохозяйственного поставщика. Содержание извлекаемого сахара находилось в диапазоне от 11,9% до 16,2%, при среднем значении 14,5% и стандартном отклонении 0,79%. Стандартное отклонение между пробами зависит от размера пробы, и чтобы оценить влияние размера пробы, случайные результаты для проб объединяли до фактического увеличения проб. Первоначальный средний размер пробы составлял 11,5 клубней сахарной свеклы на одну пробу. При объединении двух проб, стандартное отклонение уменьшалось с 0,79% до 0,56%, и, при объединении четырех проб, оно дополнительно уменьшалось до 0,39%.

На фиг. 15 схематически представлен примерный способ 1900 для формирования калибровочных данных для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара. Способ 1900 содержит описанные далее этапы. На этапе 1901 отбирается проба сахарной свеклы, предпочтительно установленного количества, например, 10 кг. На этапе 1902 проводится спектроскопический анализ пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал. На этапе 1903 из пробы производится свекловичная пульпа, предпочтительно, посредством ножевой мельницы, и свекловичная пульпа экстрагируется, предпочтительно, раствором сульфата алюминия или ацетата свинца. На этапе 1904 проводится эталонный анализ экстрагированной свекловичной пульпы посредством проведения измерений такими методами, как поляриметрия, эмиссионная фотометрия, флуориметрический метод с использованием о-фталальдегида (OPA), метод с использованием реагента меди, метод с использованием биодатчика на основе иммобилизованного фермента и/или других измерений. На этапе 1905 результаты спектроскопического анализа сравниваются с результатами эталонного анализа.

На фиг. 16 схематически представлен примерный способ 2100 для обнаружения болезней растений в растительном материале. Способ 2100 содержит описанные далее этапы. На этапе 2101 производится приемка растительного материала. На этапе 2102 происходит излучение электромагнитных волн в направлении растительного материала. На этапе 2103 происходит прием электромагнитных волн. На этапе 2104 выполняется преобразование принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал. На этапе 2105 выполняется определение болезней растений в растительном материале. На этапе 2105а выполняются формирование калибровочных данных, включающее в себя взятие пробы растительного материала, предпочтительно с болезнями растений и/или без них, калибровочный анализ растительного материала посредством оценки болезней растений в растительном материале, например, посредством визуальной оценки болезни растений, которая присутствует в растительном материале, спектроскопический анализ пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, и сравнение результатов спектроскопического анализа с результатами калибровочного анализа. На этапе 106

выполняются сравнение спектрального сигнала с калибровочными данными и/или по меньшей мере одним опорным значением и, в зависимости от сравнения, определение наличия и/или количественное определение, и/или качественное определение болезней растений в растительном материале.

На фиг. 17 схематически представлен примерный способ 2100 для обнаружения болезней растений в растительном материале. Способ 2100 содержит этапы описанные в связи с фиг. 16 и этапы, описанные в последующем, при этом предпочтительный порядок этапов можно видеть на фиг. 17. В последующем дано описание только тех этапов, которые еще не описаны в связи с фиг. 16. На этапе 2101a выполняется измельчение и/или нарезание растительного материала на куски растительного материала. На этапе 2101b растительный материал однородно распределяется на транспортировочном устройстве, предпочтительно с помощью валика, который располагается над транспортировочным устройством. На этапе 2101c растительный материал регулируется, в частности, посредством регулировки высоты растительного материала и/или посредством прижатия растительного материала, и/или посредством сглаживания поверхности растительного материала, предпочтительно валиком. На этапе 2101d, предпочтительно, равномерно распределенный растительный материал помещается на транспортировочное устройство. На этапе 2101e растительный материал транспортируется транспортировочным устройством, при этом растительный материал предпочтительно транспортируется в направлении датчика, причем датчик выполнен с возможностью приема отраженных электромагнитных волн. На этапе 2103a выполняются непрерывная регистрация принятых отраженных электромагнитных волн и/или непрерывное преобразование принятых электромагнитных волн в спектральные сигналы. На этапе 2106a растительный материал направляется в селекционный процесс, и по меньшей мере один селекционный параметр изменяется в зависимости от определения болезней растений в растительном материале.

На фиг. 18 показан пример блока 4 системы анализа для обнаружения болезней растений в растительном материале. В показанном примере, растительный материал, например, растительный материал видов *Beta vulgaris* и/или *Solanum tuberosum*, в частности, клубни сахарной свеклы и/или картофеля, принимается в устройство 13 приемки. Растительный материал разрезается и/или дробится на куски растительного материала посредством устройства 14 для резки и/или дробления, содержащего вращающуюся режущую часть 16 в корпусе 15. Затем, куски растительного материала попадают на транспортерную ленту 5 транспортировочного устройства 2. Когда куски растительного материала контактируют с валиком 6, они распределяются на транспортерной ленте 5 и подвергаются действию силы сжатия в зависимости от расстояния между валиком 6 и транспортерной лентой 5. Сжатые таким образом куски растительного материала имеют гладкую поверхность и постоянную высоту. На валике 6 и транспортерной ленте 5 обеспечены скребки 8, 19, непрерывно очищающие поверхность валика и ремень во время работы и, таким образом, исключают перекрестное смешивание кусков двух разных растительных материалов, например, из разных проб.

Кроме того, может исключаться комкование или накопление кусков растительного материала на транспортной ленте 5 и валике 6, что иначе могло бы сильно мешать сравнительной гомогенизации потока пробы. Непосредственно после валика 6 располагается сенсорная головка 9 с источником света 10 и датчиком 11 для приема электромагнитных волн от гладкой поверхности потока кусков растительного материала в диапазоне длин волн от 850 нм до 1650 нм. Сенсорная головка 9 может быть приподнятой на фиксированное расстояние 200-250 мм от поверхности ровного потока кусков растительного материала и может поворачиваться, как требуется, относительно потока кусков растительного материала. Таким образом, измерение и регистрацию потока кусков растительного материала можно выполнять по всей ширине. Датчик 11 непрерывно регистрирует отраженные электромагнитные волны и передает их по волоконному световоду 17 в спектрометр 18, который преобразует разрешенные по спектру длины волн излучения в цифровые спектральные сигналы через равные интервалы 30 мс. Таким образом, во время протекания потока кусков растительного материала, за короткий период времени формируется несколько сотен таких спектров, которые фильтруются и усредняются процессором 12. Путем сравнения с подходящими калибровочными данными могут определяться болезни растений в растительном материале.

На фиг. 19 показан пример группы спектральных сигналов 2400, полученных методом спектроскопии в ближней инфракрасной области на растительном материале, при этом растительный материал в данном примере состоит из кусков клубней сахарной свеклы. Для формирования спектральных сигналов 400, сначала в направлении кусков клубней сахарной свеклы, которые располагаются на транспортировочном устройстве, излучаются электромагнитные волны посредством источника электромагнитных волн. Затем отраженные электромагнитные волны принимаются датчиком, при этом датчик предназначен для приема электромагнитных волн, отраженных от поверхности кусков клубней сахарной свеклы. Затем принятые отраженные электромагнитные волны преобразуются в спектральный сигнал посредством спектрометра ближней инфракрасной области спектра. В показанном примере принимаются отраженные электромагнитные волны в диапазоне длин волн от 850 нм до 1650 нм. На показанной диаграмме, коэффициент поглощения  $A$  графически представлен в зависимости от длины  $W$  волны (в нм). Во время движения потока кусков клубней сахарной свеклы может быть получена группа таких спектральных сигналов, которые могут фильтроваться и усредняться процессором. По такому спектральному сигналу 2400 или группой таких спектральных сигналов можно обнаруживать болезни растений в кусках клубней сахарной свеклы.

Спектральные сигналы 2410 представляют собой типичные кривые, характеризующие спектральные сигналы от кусков клубней сахарной свеклы, которые не заражены болезнью растений. Спектральные сигналы 2421 и 2422 показывают отклонение коэффициента поглощения, в частности, в диапазоне приблизительно от 850 нм до 1300 нм. В данной области коэффициент поглощения для спектральных сигналов 2421 и 2422 имеет значение намного ниже, по сравнению со спектральными сигналами 2410.

Спектральные сигналы 2421 и 2422 представляют собой типичные кривые, характеризующие спектральные сигналы кусков клубней сахарной свеклы, которые заражены таким заболеванием растений, как «ризоктониоз». По отклонению спектральных сигналов, полученных от здоровой сахарной свеклы и зараженной сахарной свеклы, можно автоматически и надежно определять, присутствуют ли болезни растений, и имеет ли место случай, когда болезни растений присутствуют. Для разных болезней растений, отклонения спектральных сигналов, вызываемые этими болезнями растений, могут различаться. Это дает возможность различать по информации спектральных сигналов, какая болезнь растений, или какие болезни растений присутствуют в растительном материале.

Например, определение болезни «ризоктониоз» растений можно получать методом, основанным на наклоне спектрального сигнала на участке длин волн приблизительно от 870 нм до 910 нм. Определение наклона в этой области допускает грубый скрининг-анализ, при этом скрининг-анализ надежен благодаря почти полной независимости от опорных значений и, в частности, от абсолютных значений коэффициента поглощения. Это возможно вследствие значительного влияния болезни «ризоктониоз» растений на наклон на участке длин волн приблизительно от 870 нм до 910 нм.

Такие спектральные сигналы можно получать, например, блоком системы анализа, показанным на фиг. 18.

В частности, способ определения болезней растений можно применять, как описано в последующем примере: Клубни сахарной свеклы с симптомами RHC (ризоктониоз) и GTSC (обыкновенная парша) отбирали и сортировали по визуальной оценке, при этом визуальная оценка изменялась в диапазоне 1-9, посредством 1 для наименьшей и 9 для наибольшей тяжести визуально обнаруживаемых болезней растений. Каждый из этих классов содержал около 10-20 клубней сахарной свеклы. В лаборатории, сначала измеряли целые клубни сахарной свеклы, и затем те же самые клубни сахарной свеклы измельчали измельчающим устройством. Затем формировали и оценивали спектральные сигналы, полученные методом NIRS. Калибровка выполнялась с использованием способа многофакторной регрессии между спектральными сигналами, и определение выполнялось визуальной оценкой. Спектральный сигнал в NIR, полученный анализом измельченных клубней сахарной свеклы, показал более точное согласование с визуальной оценкой, чем спектральный сигнал в NIR, полученный от неизмельченных целых клубней сахарной свеклы. Калибровка при нормальной фильтрации и только одном компоненте в функции показала удовлетворительные результаты для GTSC. Для RHC, калибровка показала удовлетворительные результаты при низкой фильтрации. Это можно видеть в последующей таблице, в которой корреляция показана значением  $R^2$ , которое для большинства тестов превышает 95.  $R^2$  является коэффициентом корреляции. Выполнялась разная фильтрация и с разным числом компонентов.

	<b>Фильтрация</b>	<b>Число компонентов</b>	<b><math>R^2</math></b>

<b>RHC</b>	низкая	1	95,32
<b>RHC</b>	нормальная	5	97,73
<b>RHC</b>	нормальная	1	89,44
<b>GTSC</b>	низкая	1	96,90
<b>GTSC</b>	нормальная	1	96,36

Классический метод PLS (частных наименьших квадратов) работает и допускает грубый скрининг-анализ (на слабое, среднее и сильное заражение). Подход, основанный на наклоне спектров на участке от 870 нм до 910 нм, допускает также грубый скрининг-анализ и является надежным благодаря почти полной независимости от опорных значений. Это возможно вследствие значительного влияния болезни ризоктониоз в данном более низком диапазоне длин волн.

Способ можно применять в отношении многочисленных болезней растений, например, нижеперечисленных и описанных болезней растений, которые могут встречаться в сахарной свекле:

1. **РИЗОМАНИЯ/** Вирус некротического пожелтения жилок клубней (BNYVV, бенивирус), возбудитель заболевания ризомании сахарной свеклы (Tamada & Baba, 1973). Ризомания («болезнь безумия корня или роста мелких волосатых вторичных корней») характеризуется обширным количественным ростом поперечных корешков по основному стержневому корню, некрозу сосудисто-волокнистого пучка и резкой подавленности роста растения. Вирионы BNYVV заражают систему корня сахарной свеклы. В срезах корня может возникать красно-коричневое изменение цвета центрального стебля, вместе с появлением симптомов напоминающих опухоль, из которой возникает усиленный рост корешков. Тяжелое заражение может приводить к сильному снижению урожая, содержания и чистоты сахара.

2. Болезнь свеклы, передающаяся через почву/Почвенный вирус свеклы (BSBV) не вызывает явных симптомов на сахарной свекле. Сильно зараженные растения сахарной свеклы могут проявлять коричневую окраску и некроз сосудисто-волокнистых пучков. Почвенный вирус мозаики свеклы (BSBMV) относится к классу бенивируса. Корни сахарной свеклы, зараженной BSBMV, обычно не имеют симптомов.

3. **ВИРУС ПОЖЕЛТЕНИЯ/В** настоящее время, вирусы «слабого» пожелтения сахарной свеклы относятся к семейству Luteoviridae, в котором существует три рода: лютеовирус, полеровирус и знамовирус. В роду полеровирус имеется три основных вида, заражающих свеклу, вирус слабого пожелтения свеклы (BMYV), вирус западной желтухи свеклы, в США, (BWYV) и вирус хлороза свеклы (BChV). Первоначальными симптомами заражения сахарной свеклы полеровирусом свеклы являются разбросанные хлоротические зоны на полностью распустившихся листьях, и эти зоны в конечном итоге расширяются и сливаются.

4. **Афаномицитная корневая гниль/Формирование избыточных боковых корней,** которые быстро чернеют и сморщиваются. Поражения корней начинают становиться

желто-коричневыми и представляются пропитанными водой, и в дальнейшем меняют цвет на от темно коричневого до черного. В нижний участок стержневого корня, в том числе, кончик корня, могут внедряться грибы.

5. Ризоктониозная бурая корневая гниль (гниль корня и корневой шейки)/Корни имеют разные степени изменения цвета от темно коричневого до черного, часто начинающиеся на корневой шейке и продолжающиеся до низа стержневого корня. Глубокие некрозы или трещины являются обычными в области корневой шейки и на боковой стороне пораженных корней, и внутри таких полостей можно видеть бурые гифы грибов.

6. Фиолетовая корневая гниль/Корни пораженных растений характеризуются зонами с темно-красным оттенком и ростом войлокообразного красно-фиолетового мицелия, который наступает по поверхности корня от кончика к корневой шейке и приводит к налипанию почвы к пораженным корням.

7. Фиматотрихозная корневая гниль/Грибы распространяются по поверхности корня тонким, войлокообразным слоем желтоватого мицелия. В конечном счете, пораженные корни покрываются достаточно поверхностной гнилью с цветом от желтого до рыжеватой.

8. Фитофторная корневая гниль/Черноватые пятна появляются в направлении основания корней и, в конечном счете, мокрая гниль распространяется вверх на стержневом корне. Пораженная гнилью ткань с черноватой границей между здоровыми и пораженными участками.

9. Питиозная корневая гниль/Поражения от серого до коричневого цвета возникают на стержневых корнях, с потемнением и смягчением корней.

10. Фомозная корневая гниль/Темно-коричневые углубленные поражения на поверхности корней около корневой шейки являются первыми признаками данной гнили, вызываемой *Phoma betae* (фомозом). Под этими поражениями развивается мягкая водянистая гниль и распространяется в соседние зоны корня. Гниющая ткань имеет цвет от темно-коричневого до черного, с последующим дальнейшим потемнением, и становится сухой и сморщенной.

11. Некроз сосудистых пучков и гниль свеклы/Корневые симптомы изменяются от мягкой до сухой гнили, и сосудисто-волокнистые пучки поражаются некрозом. Когда корень разрезают, чтобы открыть некротические сосудисто-волокнистые пучки, окружающие зоны розовеют или краснеют в течение 20-30 секунд.

12. Корневой рак свеклы/Опухолевое разрастание развивается на боковой стороне корня, иногда вырастающее даже больше, чем сам корень. Цецидий или цецидии обычно покрываются пробковатой или бугорчатой поверхностью и прикрепляются к корню относительно небольшой шейкой ткани.

13. Парша/обнаруживаются коричневые, круглые или овальные, пробкообразные или чешуйчатые бугорчатые наросты, разбросанные по поверхности корня.

14. Синдром пониженного содержания сахара (*Basses richesses*)/Пораженные

растения могут быть перемешаны с сельскохозяйственной культурой или присутствовать с высокой плотностью, и содержание сахара в них снижено на 2-4%.

15. Насекомые могут влиять, в общем, прямо или косвенно на качество клубней сахарной свеклы.

Фиг. 20 схематически представляет пример способа формирования калибровочных данных для определения болезней в растительном материале. Способ 2500 содержит описанные далее этапы. На этапе 2501 берутся пробы растительного материала. На этапе 2502 проводится калибровочный анализ растительного материала посредством оценки болезней растений в растительном материале, например, посредством визуальной оценки болезни растений, которая присутствует в растительном материале. На этапе 2503 проводится спектроскопический анализ пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал. На этапе 2504 результаты спектроскопического анализа сравниваются с результатами калибровочного анализа.

#### Список ссылочных позиций

100 способ анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей

110 приемка пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей и содержащей целевой растительный материал и налипшую землю

111 измельчение пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей

112 однородное распределение пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей

113 перемещение пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, вдоль датчика

120 этап излучения электромагнитных волн в направлении пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей

130 этап приема электромагнитных волн, отраженных от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей

140 этап обработки электромагнитных волн посредством блока системы анализа

150a этап определения процентного содержания по массе целевого растительного материала

150b этап определения процентного содержания по массе налипшей земли

150c определение компонентов налипшей земли

210 формирование первых калибровочных данных

211 формирование вторых калибровочных данных

221 взятие пробы из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей

231 измельчение целевого растительного материала, сцепленного с налипшей землей

241 спектроскопический анализ

241a предварительная обработка спектрального сигнала

241b исключение спектральных сигналов

241c усреднение спектральных сигналов

251 эталонный анализ

261 выполнение множественного и/или многофакторного и/или линейного регрессионного анализа и сравнение результатов

220 взятие пробы из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, и разделение пробы

230 измельчение целевого растительного материала, сцепленного с налипшей землей

240 анализ первой пробы

240a преобразование принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал

240b предварительная обработка спектрального сигнала

240c предварительная обработка по меньшей мере одного цифрового изображения

240d исключение спектральных сигналов

240e усреднение спектральных сигналов

250 эталонный анализ второй пробы

260 выполнение множественного и/или многофакторного, и/или линейного регрессионного анализа и сравнение результатов

301 приемная секция

310 измельчающее устройство

401 спектральный сигнал предварительно очищенных, измельченных кусков клубней сахарной свеклы

402 спектральный сигнал измельченных кусков клубней сахарной свеклы, которая не была предварительно очищена

610 взятие пробы из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей

620 измельчение целевого растительного материала, сцепленного с налипшей землей, первой пробы

630 анализ первой пробы

640 эталонный анализ второй пробы

640a преобразование принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал

640b предварительная обработка спектрального сигнала

640c предварительная обработка по меньшей мере одного цифрового изображения посредством фильтра

640d исключение спектральных сигналов  
640e усреднение спектральных сигналов  
640f выполнение множественного и/или многофакторного, и/или линейного регрессионного анализа  
650 сравнение результатов  
1100 способ определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара  
1101 приемка заданного количества сахарной свеклы  
1102 обеспечение заданного количества сахарной свеклы  
1103 анализ по меньшей мере партии для анализа  
1104 излучение электромагнитных волн в направлении по меньшей мере партии для анализа  
1105 прием электромагнитных волн  
1106 преобразование принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал  
1107 производство сахара  
1300 завод по производству сахара  
1301 приемная секция  
1302 грузовой автомобиль  
1303 источник воды  
1304 струя воды  
1305 клубни сахарной свеклы  
1306 моечный аппарат для свеклы  
1308 загрузочный лоток сахарной свеклы  
1310 нарезающее устройство  
1311 куски клубней сахарной свеклы  
1312 транспортировочное устройство  
1313 валик  
1314 источник электромагнитных волн  
1315, 1315а, 1315b, 1315с оптическая система  
1316, 1316а, 1316b, 1316с волоконный световод  
1317, 1317а, 1317b, 1317с спектрометр  
1318, 1318а, 1318b, 1318с процессор  
1319 смеситель кусков клубней сахарной свеклы  
1320 диффузионный аппарат  
1330 дефекационный аппарат  
1340 фильтровальные элементы  
1350 выпариватели  
1360 кристаллизационная установка  
1370 центрифуга  
1375 сушильный аппарат

1380 бункер  
1390 механический пресс  
1391 отжатый жом  
1392 транспортировочное устройство  
1393 валик  
1394 источник электромагнитных волн  
1395 оптическая система  
1396 волоконный световод  
1397 спектрометр  
1398 процессор  
D направление вниз в диффузионном аппарате  
H направление загрузочного лотка  
T направление транспортировки  
U направление вверх в диффузионном аппарате  
P1 первое положение анализа  
P2 второе положение анализа  
P3 третье положение анализа  
1400 спектральный сигнал  
A коэффициент поглощения  
W длина волны  
1510 первая транспортировочная секция  
1511 входной конец первой транспортировочной секции  
1512 выходной конец первой транспортировочной секции  
1515 блок системы анализа  
1520 главная транспортировочная секция  
1521 входной конец главной транспортировочной секции  
1522 выходной конец главной транспортировочной секции  
1530 вторая транспортировочная секция  
1531 входной конец второй транспортировочной секции  
1532 выходной конец второй транспортировочной секции  
1540 боковая секция  
1541 входной конец боковой секции  
1542 выходной конец боковой секции  
1550 контейнер  
1590 граница завода по производству сахара  
B направление транспортировки вдоль боковой секции  
F направление транспортировки вдоль первой транспортировочной секции  
M направление транспортировки вдоль главной транспортировочной секции  
S направление транспортировки вдоль второй транспортировочной секции  
PN поляризация, измеренная методом спектроскопии в ближней инфракрасной

области

PR эталон поляризации

1900 способ формирования калибровочных данных

1901 взятие пробы сахарной свеклы

1902 спектроскопический анализ пробы

1903 производство свекловичной пульпы

1904 эталонный анализ экстрагированной свекловичной пульпы

1905 сравнение результатов спектроскопического анализа с результатами эталонного анализа

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, содержащий этапы:

- прием (110) пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей,

- излучение (120) электромагнитных волн в направлении пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей,

- прием (130) электромагнитных волн, отраженных от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей,

- обработка (140) принятых электромагнитных волн посредством блока системы анализа,

- определение (150a-c) процентного содержания по массе целевого растительного материала и/или процентного содержания по массе налипшей земли и/или компонентов налипшей земли.

2. Способ по предыдущему п., в котором

- обработка электромагнитных волн проводится методом спектроскопии, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области, и, предпочтительно, цифрового анализа изображений, в частности, цветных изображений, и/или формирования гиперспектральных изображений, для определения процентного содержания по массе целевого растительного материала и/или процентного содержания по массе налипшей земли, и/или

- обработка электромагнитных волн проводится методом спектроскопии, в частности, методом спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS), и, предпочтительно, по меньшей мере одним другим аналитическим методом, для определения компонентов налипшей земли.

3. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп., дополнительно включающий этапы:

- формирование (210) первых калибровочных данных, содержащее взятие пробы (220) из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, и разделение пробы на первую пробу и вторую пробу,

предпочтительно, измельчение (230) целевого растительного материала, сцепленного с налипшей землей, первой пробы, и/или, предпочтительно, перемещение первой пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, и/или вдоль камеры, которая выполнена с возможностью приема электромагнитных волн,

анализ (240) первой пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении первой пробы, приема электромагнитных волн, отраженных от первой пробы, и, предпочтительно, обработкой

электромагнитных волн,

эталонный анализ (250) второй пробы посредством определения первой массы второй пробы, удаления по меньшей мере части налипшей земли из второй пробы и последующего определения второй массы второй пробы, и вычисления

процентного содержания по массе налипшей земли относительно первой массы второй пробы посредством первой массы второй пробы и второй массы второй пробы, и/или

процентного содержания по массе налипшей земли относительно массы целевого растительного материала посредством первой массы второй пробы и второй массы второй пробы,

сравнение (260) результатов анализа первой пробы с результатами эталонного анализа второй пробы.

4. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп., в котором

формирование первых калибровочных данных дополнительно содержит один или группу этапов:

- преобразование (240a) принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, в частности, методом спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS), и/или в по меньшей мере одно цифровое изображение, предпочтительно группу цифровых изображений, в частности, цветных изображений, и/или формирование гиперспектральных изображений, и/или

- предварительная обработка (240b) спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, при этом предварительная обработка предпочтительно производится посредством мультипликативной коррекции рассеивания (MSC) и/или первых производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, при этом предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ, и/или

- предварительная обработка (240c) по меньшей мере одного цифрового изображения посредством фильтра, при этом фильтр предпочтительно выполнен с возможностью применения по меньшей мере одного цветового порога, чтобы проводить различие между целевым растительным материалом и налипшей землей, и/или

- исключение спектральных сигналов (240d), которые не преобразованы из электромагнитных волн, которые отражаются от первой пробы, предпочтительно посредством дифференциации спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации, и/или

- усреднение (240e) спектральных сигналов в один спектральный сигнал, и/или

- выполнение (260) множественного и/или многофакторного, и/или линейного регрессионного анализа для формирования калибровочных данных, при этом калибровочные данные предпочтительно получают посредством анализа главных компонент (PCA) и/или множественной линейной регрессии (MLR), и/или регрессии частных наименьших квадратов (PLS), и/или машинного обучения, в частности,

посредством нейронных сетей.

5. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп., содержащий - формирование (211) вторых калибровочных данных, содержащее этапы: взятие пробы (221) из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно, установленного количества, например, 10 кг,

предпочтительно, измельчение (231) целевого растительного материала, сцепленного с налипшей землей, и, предпочтительно, перемещение пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн,

спектроскопический анализ (241) пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал, в частности, методом спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS) и, предпочтительно, по меньшей мере одним другим аналитическим методом,

эталонный анализ (251) налипшей земли посредством проведения измерений такими методами, как поляриметрия, эмиссионная фотометрия, флуориметрический метод с использованием о-фталальдегида (OPA), метод с использованием реагента меди, метод с использованием биодатчика на основе иммобилизованного фермента, тепловой метод, атомная абсорбционная спектрометрия (AAS), рентгеновская флуоресцентная спектроскопия (XRFS), атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES), и/или другими методами,

сравнение (261) результатов спектроскопического анализа с результатами эталонного анализа,

при этом этап формирования вторых калибровочных данных, предпочтительно, дополнительно содержит один или группу этапов:

предварительная обработка (241a) спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, при этом предварительная обработка предпочтительно производится посредством мультипликативной коррекции рассеивания (MSC) и/или первых производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, при этом предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ, и/или

исключение (241b) спектральных сигналов, которые не преобразованы из электромагнитных волн, которые отражаются от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно, посредством дифференциации спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации, и/или

усреднение (241c) спектральных сигналов в один спектральный сигнал, и/или

выполнение (261) множественного и/или многофакторного, и/или линейного

регрессионного анализа для формирования калибровочных данных, при этом калибровочные данные предпочтительно получают посредством анализа главных компонент (РСА) и/или множественной линейной регрессии (MLR), и/или регрессии частных наименьших квадратов (PLS), и/или машинного обучения, в частности, посредством нейронных сетей.

6. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп., дополнительно содержащий этапы:

- сравнение данных, полученных обработкой электромагнитных волн, с первыми калибровочными данными и, в зависимости от сравнения, определение процентного содержания по массе целевого растительного материала и/или процентного содержания по массе налипшей земли, и/или

- обработка электромагнитных волн методом спектроскопического анализа и сравнение данных, полученных в результате него, со вторыми калибровочными данными и, в зависимости от сравнения, определение компонентов налипшей земли, и/или

- измельчение (111) пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, и/или

- однородное распределение (112) пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, на транспортировочном устройстве, предпочтительно посредством валика, который располагается над транспортировочным устройством, и/или

- перемещение (113) пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, и/или вдоль камеры, которая выполнена с возможностью приема электромагнитных волн, при этом перемещение пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, предпочтительно производят транспортировочным устройством, предпочтительно транспортной лентой, предпочтительно со скоростью транспортировки в диапазоне от 0,05 м/с до 20 м/с, в частности, от 0,05 м/с до 10 м/с, предпочтительно от 0,5 м/с до 5 м/с.

7. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп.,

в котором излучение электромагнитных волн в направлении пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, выполняется непрерывно и/или в то время, когда проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, перемещается вдоль датчика и/или вдоль камеры, и/или

при этом прием электромагнитных волн, отраженных от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, выполняется непрерывно и/или в то время, когда проба сельскохозяйственной культуры, содержащая целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, перемещается вдоль датчика и/или вдоль камеры, и/или

при этом длина электромагнитных волн находится в инфракрасной области спектра, предпочтительно в ближней инфракрасной области спектра, и/или в микроволновом диапазоне и/или в видимой области спектра, и/или в ультрафиолетовой области спектра, и/или

при этом спектральный сигнал преобразуется посредством спектроскопии, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области спектра (NIRS), спектроскопии в средней инфракрасной области спектра, спектроскопии в дальней инфракрасной области спектра, терагерцевой спектроскопии, и/или спектроскопии в ультрафиолетовой и видимой областях спектра (UV-Vis), и/или спектроскопии комбинационного рассеяния, и/или спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS), и/или флуоресцентной спектроскопии, и/или формирования гиперспектральных изображений, и/или ядерного магнитного резонанса, и/или сочетания формирования гиперспектральных изображений с разными спектроскопическими методами, и/или сочетаний разных спектроскопических методов, и/или

при этом прием электромагнитных волн выполняется камерой и/или посредством сочетания камеры с одним или группой спектроскопических методов, в частности, сочетания цветной камеры со спектроскопией в ближней инфракрасной области и/или формированием гиперспектральных изображений.

8. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп., в котором

способ выполняется как непрерывный процесс, предпочтительно

- посредством излучения электромагнитных волн и/или приема электромагнитных волн, и/или преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал через интервалы менее чем 100 мс, в частности, менее чем 50 мс, предпочтительно, через интервалы 10 мс, 20 мс, 30 мс или 40 мс, и/или

- посредством излучения электромагнитных волн и/или приема электромагнитных волн, и/или преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал в повторяющемся режиме в течение по меньшей мере 2 секунд, предпочтительно по меньшей мере 10 секунд, предпочтительнее по меньшей мере 20 секунд, предпочтительнее по меньшей мере 10 минут, в частности, по меньшей мере 1 часа.

9. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп., в котором

видом целевого растительного материала является корнеплод и/или клубнеплод, в частности, *Beta vulgaris* (свекла столовая) и/или *Solanum tuberosum* (картофель), или по меньшей мере их часть, и/или

при этом целевой растительный материал содержит или состоит из клубней сахарной свеклы.

10. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп., содержащий этапы:

- обработка спектрального сигнала для определения компонентов в налипшей земле, и/или

- сравнение спектрального сигнала со вторыми калибровочными данными и, в зависимости от сравнения, определение, предпочтительно количественное, количества

и/или массы, и/или массовой доли, и/или объемной доли компонентов в налипшей земле.

11. Способ формирования первых калибровочных данных для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей, при этом способ содержит этапы:

- взятие (610) пробы из пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей, т.е. содержащей целевой растительный материал и налипшую землю, и разделение пробы на первую пробу и вторую пробу,

- предпочтительно измельчение (620) целевого растительного материала, сцепленного с налипшей землей первой пробы, и/или предпочтительно перемещение первой пробы вдоль датчика, который выполнен посредством приема электромагнитных волн, и/или вдоль камеры, которая выполнена посредством приема электромагнитных волн,

- анализ (630) первой пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении первой пробы, приема электромагнитных волн, отраженных от первой пробы, и, предпочтительно, обработки электромагнитных волн,

- эталонный анализ (640) второй пробы посредством определения первой массы второй пробы, удаления по меньшей мере части налипшей земли из второй пробы и последующего определения второй массы второй пробы, и вычисления процентного содержания по массе налипшей земли относительно первой массы второй пробы посредством первой массы второй пробы и второй массы второй пробы, и/или

процентного содержания по массе налипшей земли относительно массы целевого растительного материала посредством первой массы второй пробы и второй массы второй пробы,

- сравнение (650) результатов анализа первой пробы с результатами эталонного анализа второй пробы.

12. Способ по предыдущему п., дополнительно содержащий этапы:

- преобразование (640a) принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал и/или в по меньшей мере одно цифровое изображение, предпочтительно, группу цифровых изображений, в частности, цветных изображений, и/или

- предварительная обработка (640b) спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, при этом предварительная обработка предпочтительно производится посредством мультипликативной коррекции рассеивания (MSC) и/или первых производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, при этом предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ, и/или

- предварительная обработка (640c) по меньшей мере одного цифрового изображения посредством фильтра, при этом фильтр предпочтительно выполнен с возможностью применения по меньшей мере одного цветового порога, чтобы проводить

различие между целевым растительным материалом и налипшей землей, и/или

- исключение (640d) спектральных сигналов, которые не преобразованы из электромагнитных волн, которые отражаются от первой пробы, предпочтительно посредством дифференциации спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации, и/или

- усреднение (640e) спектральных сигналов в один спектральный сигнал, и/или

- выполнение (640f) множественного и/или многофакторного, и/или линейного регрессионного анализа для формирования калибровочных данных, при этом калибровочные данные предпочтительно получают посредством анализа главных компонентов (PCA) и/или множественной линейной регрессии (MLR), и/или регрессии частных наименьших квадратов (PLS), и/или машинного обучения, в частности, посредством нейронных сетей.

13. Блок системы анализа для анализа пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал с налипшей на него землей,

выполненный с возможностью излучения электромагнитных волн в направлении пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей,

приема электромагнитных волн, отраженных от пробы сельскохозяйственной культуры, содержащей целевой растительный материал, сцепленный с налипшей землей,

преобразования принятых отраженных электромагнитных волн в спектральный сигнал и/или в цифровые изображения, предпочтительно цветные изображения,

обработки спектрального сигнала и/или цифровых изображений для определения процентного содержания по массе целевого растительного материала и/или процентного содержания по массе нежелательного растительного материала и/или компонентов в нежелательном растительном материале.

14. Способ (1100) определения компонентов в процессе промышленной переработки сахарной свеклы (1305) на производственном предприятии (1300), содержащий этапы:

- подача (1102) заданного количества сахарной свеклы, содержащего производственную партию сахарной свеклы для производства и партию для анализа сахарной свеклы для анализа компонентов и, возможно, для производства,

- анализ (1103) по меньшей мере партии для анализа и возможно производственной партии, при этом анализ содержит

- излучение (1104) электромагнитных волн в направлении по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии,

- прием (1105) электромагнитных волн,

- преобразование (1106) принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал (1400),

- производство (1107) продукта из по меньшей мере производственной партии и, возможно, из партии для анализа.

15. Способ по предыдущему п.,

- в котором анализ по меньшей мере партии для анализа проводится после этапа приемки заданного количества сахарной свеклы и предпочтительно до хранения заданного количества сахарной свеклы, и/или

- при этом анализ по меньшей мере партии для анализа проводится после и/или во время хранения заданного количества сахарной свеклы, и предпочтительно до подачи кусков клубней сахарной свеклы, в частности, нарезанных, и/или

- при этом анализ по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии проводится после подачи кусков клубней сахарной свеклы, в частности, нарезанных, и, предпочтительно до производства диффузионного сока из по меньшей мере производственной партии, и/или

- при этом анализ по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии проводится после производства отжатого жома, предпочтительно до и/или после сушки отжатого жома, и/или

- при этом анализ проводится как непрерывный процесс, предпочтительно посредством излучения электромагнитных волн и/или приема электромагнитных волн, и/или преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал (400) через интервалы, в частности, менее чем 100 мс, или менее чем 50 мс, предпочтительно, через интервалы 10 мс, 20 мс, 30 мс или 40 мс.

16. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп. 14-15,

- в котором массовая доля партии для анализа составляет по меньшей мере 0,001% или по меньшей мере 0,1%, или по меньшей мере 0,2%, или по меньшей мере 0,5%, или по меньшей мере 1%, или по меньшей мере 10%, или по меньшей мере 25%, или по меньшей мере 50%, или по меньшей мере 80% в заданном количестве сахарной свеклы, и/или

- при этом производственная партия содержит партию для анализа, и/или

- при этом производственная партия и партия для анализа являются, по меньшей мере частично, идентичными.

17. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп. 14-16, дополнительно содержащий этапы:

- формирование калибровочных данных, содержащее

взятие пробы сахарной свеклы (1305), предпочтительно, установленного количества, например, 10 кг, и предпочтительно, перемещение пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн,

спектроскопический анализ пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал (1400),

производство свекловичной пульпы из пробы, предпочтительно посредством ножевой мельницы, и экстрагирование свекловичной пульпы, предпочтительно раствором сульфата алюминия или ацетата свинца, или водой,

эталонный анализ экстрагированной свекловичной пульпы посредством

проведения измерений такими методами, как поляриметрия, эмиссионная фотометрия, флуорометрический метод с использованием о-фталальдегида (OPA), метод с использованием реагента меди, метод с использованием биодатчика на основе иммобилизованного фермента, тепловой метод, и/или другими методами,

сравнение результатов спектроскопического анализа с результатами эталонного анализа,

- при этом формирование калибровочных данных предпочтительно дополнительно содержит один или группу этапов:

предварительная обработка спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, при этом предварительная обработка предпочтительно производится посредством мультипликативной коррекции рассеивания (MSC), обратной MSC; расширенной MSC, и/или производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, и/или стандартного отклонения случайной величины с нормальным распределением (SNV), и/или нормирования, и/или сочетания методов предварительной обработки, при этом предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ, и/или

исключение спектральных сигналов, которые не преобразованы из электромагнитных волн, которые отражаются от сахарной свеклы или пропускаются сквозь нее, предпочтительно посредством дифференциации спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации, и/или

усреднение спектральных сигналов в один спектральный сигнал, и/или

выполнение множественного и/или многофакторного, и/или линейного регрессионного анализа для формирования калибровочных данных, при этом калибровочные данные предпочтительно получают посредством анализа главных компонент (PCA) и/или множественной линейной регрессии (MLR), и/или регрессии частных наименьших квадратов (PLS), и/или машинного обучения, в частности, посредством нейронных сетей.

18. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп. 14-17, дополнительно содержащий этапы:

- обработка спектрального сигнала для определения компонентов в по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии, и/или

- сравнение спектрального сигнала с калибровочными данными и, в зависимости от сравнения, определение, предпочтительно количественное, компонентов в по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии.

19. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп. 14-18, в котором

длина волны электромагнитных волн находится в инфракрасной области спектра, предпочтительно в ближней инфракрасной области спектра, и/или в микроволновом диапазоне, и/или в видимой области спектра, и/или в ультрафиолетовой области спектра,

и/или

при этом спектральный сигнал преобразуется посредством спектроскопии, в частности, спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS), спектроскопии в средней инфракрасной области спектра, спектроскопии в дальней инфракрасной области спектра, терагерцевой спектроскопии и/или спектроскопии в ультрафиолетовой и видимой областях спектра (UV-Vis), и/или спектроскопии комбинационного рассеяния, и/или спектроскопии возбуждения лазерным пробоем (LIBS), и/или флуоресцентной спектроскопии, и/или формирования гиперспектральных изображений, и/или ядерного магнитного резонанса, и/или сочетания формирования гиперспектральных изображений с разными спектроскопическими методами, и/или сочетаний разных спектроскопических методов,

при этом анализ проводится посредством камеры и/или посредством сочетания камеры с разными спектроскопическими методами.

20. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп. 14-19, дополнительно содержащий этапы:

- изменение по меньшей мере одного параметра производства сахара, в частности, импульсов и/или чисел импульсов электрического поля и/или температуры технологического процесса, и/или скорости транспортировки, и/или длительности нахождения производственной партии в реакторе, и/или подачи известкового молока и CO<sub>2</sub> в очистку диффузионного сока, и/или корректировки процессов дефекации, сатурации, отделения грязи и сульфитации при очистке сока, в зависимости от обнаруженных компонентов в по меньшей мере партии для анализа, и/или

- изменение по меньшей мере одного параметра процесса сушки для сушки отжатого жома, в частности, времени сушки и/или температуры сушки для сушки отжатого жома, в зависимости от обнаруженных компонентов в по меньшей мере партии для анализа, и/или

- изменение по меньшей мере порядка, в котором сахарная свекла подается в процесс производства сахара, в зависимости от обнаруженных компонентов в по меньшей мере партии для анализа.

21. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп. 14-20,

в котором излучение электромагнитных волн в направлении по меньшей мере партии для анализа осуществляется тогда, когда партия для анализа располагается на и, предпочтительно, транспортируется вдоль первой транспортировочной секции (1510) и/или располагается на и, предпочтительно, транспортируется вдоль боковой секции (1540), и/или

при этом излучение электромагнитных волн в направлении производственной партии осуществляется тогда, когда производственная партия располагается и, предпочтительно, транспортируется вдоль первой транспортировочной секции.

22. Способ (1900) формирования калибровочных данных для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, содержащий этапы:

- взятие (1901) пробы сахарной свеклы, предпочтительно, установленного количества, например, 10 кг, и, предпочтительно, перемещение пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн,
- спектроскопический анализ (1902) пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал (400),
- производство (1903) свекловичной пульпы из пробы, предпочтительно, посредством ножевой мельницы и экстрагирование свекловичной пульпы, предпочтительно, раствором сульфата алюминия или ацетата свинца, или водой,
- эталонный анализ (1904) экстрагированной свекловичной пульпы посредством проведения измерений такими методами, как поляриметрия, эмиссионная фотометрия, флуорометрический метод с использованием о-фталальдегида (OPA), метод с использованием реагента меди, метод с использованием биодатчика на основе иммобилизованного фермента, тепловой метод, и/или другими методами,
- сравнение (1905) результатов спектроскопического анализа с результатами эталонного анализа.

23. Система для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, содержащая

- приемную секцию (1301) для приемки заданного количества сахарной свеклы, содержащего производственную партию сахарной свеклы для производства сахара и партию для анализа сахарной свеклы для анализа компонентов и, возможно, для производства сахара,
- измельчающее устройство, при этом измельчающее устройство выполнено с возможностью дробления и/или резки партии для анализа на, по существу, равные по размеру куски клубней сахарной свеклы, и/или нарезающее устройство, при этом нарезающее устройство (1310) выполнено с возможностью резки партии для анализа и/или производственной партии на куски клубней сахарной свеклы (1311), которые формируются в виде стружки и/или тонких удлиненных полосок,
- транспортировочное устройство (1312) для транспортировки по меньшей мере партии для анализа и, возможно, производственной партии,
- блок (1515) системы анализа, выполненный с возможностью излучения электромагнитных волн в направлении по меньшей мере партии для анализа, которая располагается на транспортировочном устройстве, при этом предпочтительно выполнен с возможностью приема электромагнитных волн, и/или предпочтительно выполнен с возможностью преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал (1400),
- устройство производства диффузионного сока для производства диффузионного сока из по меньшей мере производственной партии, и/или
- блок управления для управления блоком системы анализа и/или для приема

данных из блока системы анализа, при этом предпочтительно выполнен с возможностью изменения по меньшей мере одного параметра производства сахара, в частности, импульсов и/или чисел импульсов электрического поля и/или температуры технологического процесса, и/или скорости транспортировки, и/или длительности нахождения производственной партии в реакторе, и/или подачи известкового молока и CO<sub>2</sub> в очистку диффузионного сока, и/или корректировки процессов дефекации, сатурации, отделения грязи и сульфитации при очистке сока, в зависимости от компонентов, обнаруженных блоком системы анализа, и/или изменения по меньшей мере одного параметра процесса сушки для сушки отжатого жома, в частности, времени сушки и/или температуры сушки для сушки отжатого жома, в зависимости от компонентов, обнаруженных блоком системы анализа, и/или изменения по меньшей мере порядка, в котором сахарная свекла подается в процесс производства сахара, в зависимости от компонентов, обнаруженных блоком системы анализа.

24. Применение блока системы анализа на заводе по производству сахара, в частности, заводе по производству сахара, содержащем систему по предыдущему п., и/или применение системы для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, в частности, системы для определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара по предыдущему п., на заводе по производству сахара, в частности, заводе по производству сахара, содержащем систему по предыдущему п., и/или применение способа определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара, в частности, способа определения компонентов в клубнях сахарной свеклы для производства сахара по любому из пп. 14-22, на заводе по производству сахара, в частности, заводе по производству сахара, содержащем систему по предыдущему п.

25. Способ (2100) обнаружения болезней растений в растительном материале и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале, содержащий этапы:

- приемка (2101) растительного материала,
- излучение (2102) электромагнитных волн в направлении растительного материала,
- прием (2103) электромагнитных волн,
- преобразование (2104) принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал (400) и, предпочтительно, обработка спектрального сигнала,
- определение (2105) болезней растений в растительном материале и/или физиологических свойств, в частности, метаболитов, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале.

26. Способ по предыдущему п., дополнительно содержащий этапы:

- формирование (2105а) калибровочных данных, содержащее взятие пробы растительного материала, предпочтительно, с болезнями растений и/или без них и/или с физиологическими свойствами, подверженными воздействию

окружающей среды, и/или без таких свойств и, предпочтительно, перемещение пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн,

калибровочный анализ растительного материала посредством оценки болезней растений в растительном материале, например, посредством визуальной оценки болезни растения и/или посредством анализа метаболитов и/или компонентов, присутствующих в растительном материале,

спектроскопический анализ пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал,

сравнение результатов спектроскопического анализа с результатами калибровочного анализа;

и/или

- сравнение спектрального сигнала с калибровочными данными и/или по меньшей мере одним опорным значением и, в зависимости от сравнения, определение наличия и/или количественного определения, и/или качественного определения болезней растений и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале.

27. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп. 25-26,

в котором формирование калибровочных данных и/или формирование по меньшей мере одного опорного значения содержит проведение множества спектроскопических анализов, в частности, содержит формирование опорных спектральных сигналов, при этом предпочтительно множество опорных спектральных сигналов преобразуется из электромагнитных волн, отраженных от и/или прошедших сквозь растительный материал без болезней растений и/или растительный материал с болезнями растений, или по меньшей мере его часть, и/или

при этом калибровочные данные получают посредством множественного и/или многофакторного, и/или линейного регрессионного анализа, и/или

при этом калибровочные данные получают на основе многофакторного анализа, содержащего спектральную предварительную обработку посредством анализа главных компонентов (PCA), и/или множественной линейной регрессии (MLR), и/или регрессии частных наименьших квадратов (PLS), и/или метода обучения классификацией, и/или метода обучения кластеризацией, и/или машинного обучения, в частности, посредством нейронных сетей, и/или

при этом спектральный сигнал разделяется в классификации по классам заражения вредителями и/или разным болезням растений, и/или метаболитам.

28. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп. 25-27,

в котором определение болезней растений и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале содержит обработку спектрального сигнала для определения болезней растений и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в

растительном материале, и/или

при этом обработка спектрального сигнала и/или формирование калибровочных данных содержит один или группу этапов:

- предварительная обработка спектрального сигнала для коррекции и/или устранения эффектов наложения, при этом предварительная обработка предпочтительно производится посредством стандартного отклонения случайной величины с нормальным распределением (SNV) и/или мультипликативной коррекции рассеивания (MSC), и/или первых производных, и/или вторых производных, и/или сглаживания, и/или сочетания производной и SNV, при этом предварительная обработка предпочтительно производится до того, как выполняется множественный и/или многофакторный, и/или линейный регрессионный анализ, и/или

- классификация как способ обучения, который распределяет данные в один из многочисленных, уже заданных определенных классов. Это требует предварительного распределения данных для обучения, чтобы классифицировать неизвестные данные, таким образом, классификация является способом, так называемого, контролируемого обучения. Соответствующими алгоритмами для контролируемого обучения являются К-ближайших соседей (kNN), деревья решений/случайный лес, машины опорных векторов (SVM), дискриминантный анализ (PLS-DA), формальное независимое моделирование по аналогии классов (SIMCA), наивный классификатор Байеса (NB), а также классификаторы на основе нейронной сети и машинного обучения и/или

- кластеризация как неконтролируемый метод, пригодный для анализа неизвестных данных. Алгоритмы кластеризации отображают или группируют входные данные в кластеры в соответствии с их сходными элементами. Такая группировка выполняется методами, основанными на плотности, иерархии, разделении или сетки, но может также выполняться методами машинного обучения или глубокого обучения. Распространенными алгоритмами являются алгоритмы К-средних, сдвига среднего, смеси нормальных распределений, скрытой марковской модели (HMM) и плотностный алгоритм кластеризации пространственных данных с присутствием шума (DBSCAN).

- исключение спектральных сигналов, которые не преобразованы из электромагнитных волн, которые отражаются от или пропускаются сквозь растительный материал, предпочтительно посредством дифференциации спектральных сигналов посредством классификации и/или фильтрации, в частности, посредством математических методов фильтрации, и/или

- усреднение спектральных сигналов в один спектральный сигнал.

29. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп. 25-28,

в котором, во время излучения электромагнитных волн в направлении растительного материала, растительный материал размещается на транспортировочном устройстве (2) и/или транспортируется транспортировочным устройством, и/или

при этом длина волны электромагнитных волн находится в ультрафиолетовой (УФ) области спектра и/или в видимой области спектра, и/или в инфракрасной области спектра,

и/или в микроволновой области спектра, и/или в терагерцевой области спектра, при этом длина волны электромагнитных волн предпочтительно находится в диапазоне от 10 нм до 3000 мкм, и/или,

при этом электромагнитные волны принимаются из по меньшей мере одного спектрометра и/или по меньшей мере одного спектрофотометра.

30. Способ по меньшей мере по одному из предыдущих пп. 25-29,

в котором видом растительного материала является корнеплод и/или клубнеплод, в частности, (свекла столовая) и/или *Solanum tuberosum* (картофель), или по меньшей мере их часть, и/или

при этом растительный материал содержит или состоит из клубней сахарной свеклы, и/или

растительный материал подается в производственный процесс для переработки растительного материала в перерабатывающей отрасли, и/или

растительный материал подается в селекционный процесс.

31. Способ (2500) формирования калибровочных данных для определения болезней в растительном материале и/или физиологических свойств, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале, содержащий этапы:

- взятие (2501) пробы растительного материала, предпочтительно с болезнями растений и/или без них и/или с физиологическими свойствами, подверженными воздействию окружающей среды, и/или без таких свойств и, предпочтительно, перемещение пробы вдоль датчика, который выполнен с возможностью приема электромагнитных волн,

- калибровочный анализ (2502) растительного материала посредством оценки болезней растений и/или физиологических свойств, в частности, метаболитов, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале, например, посредством визуальной оценки и/или анализа компонентов и/или метаболизма болезни растения и/или физиологических свойств, в частности, метаболитов, подверженных воздействию окружающей среды, присутствующих в растительном материале,

- спектроскопический анализ (2503) пробы посредством, предпочтительно непрерывного, излучения электромагнитных волн в направлении пробы, приема электромагнитных волн и преобразования принятых электромагнитных волн в спектральный сигнал,

- сравнение (2504) результатов спектроскопического анализа с результатами калибровочного анализа.

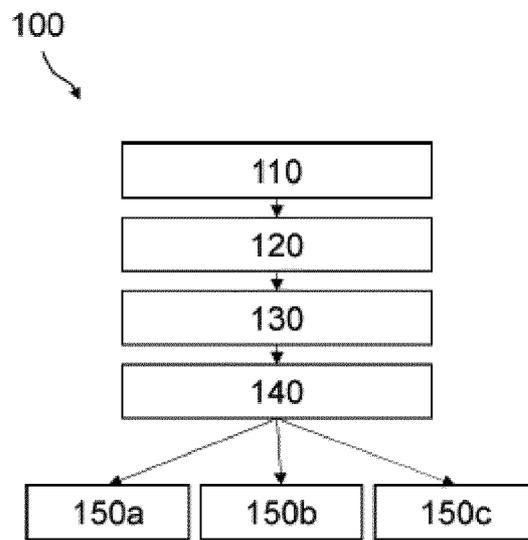
32. Блок (4) системы анализа для обнаружения болезней растений в растительном материале и/или физиологических свойств, подверженные воздействию окружающей среды, в растительном материале, выполненный с возможностью

излучения электромагнитных волн в направлении кусков растительного материала, приема отраженных и/или излучаемых электромагнитных волн,

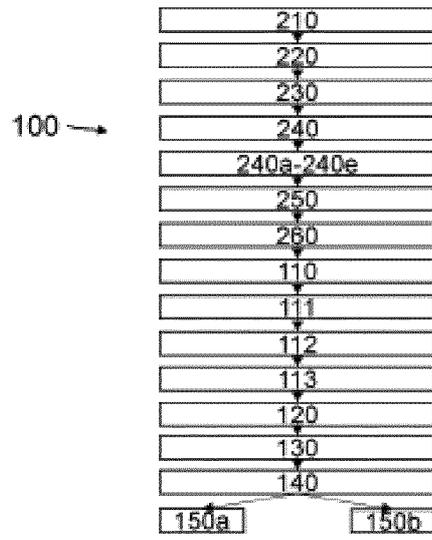
преобразования принятых отраженных электромагнитных волн в спектральный

сигнал (2400),

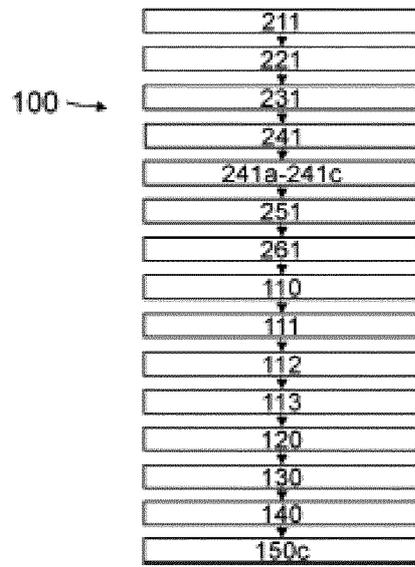
обработки спектрального сигнала для определения болезней растений и/или физиологических свойств, в частности, метаболитов, подверженных воздействию окружающей среды, в растительном материале.



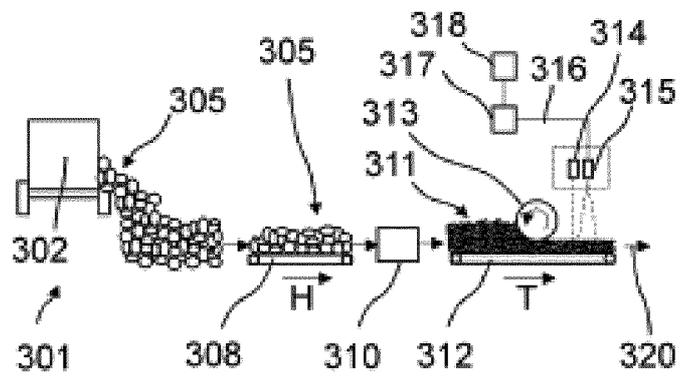
ФИГ. 1



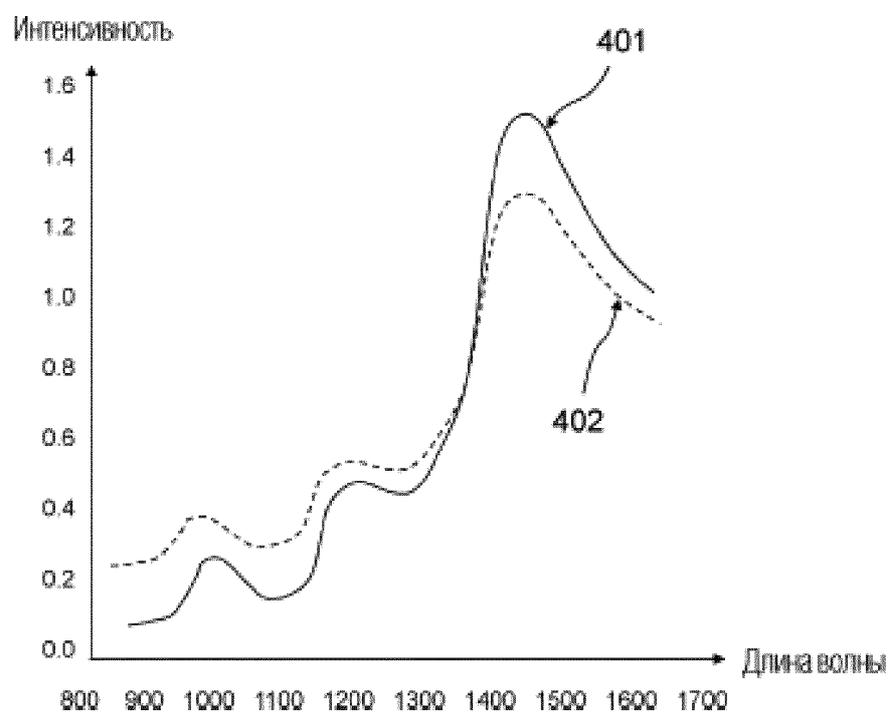
ФИГ. 2А



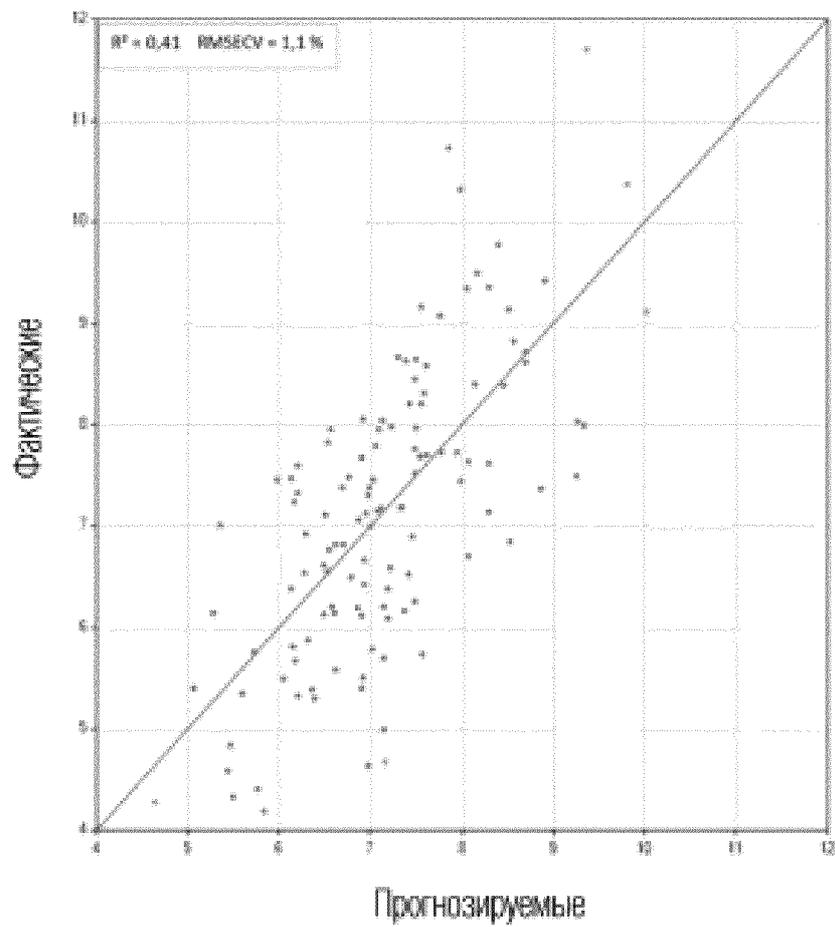
ФИГ. 2В



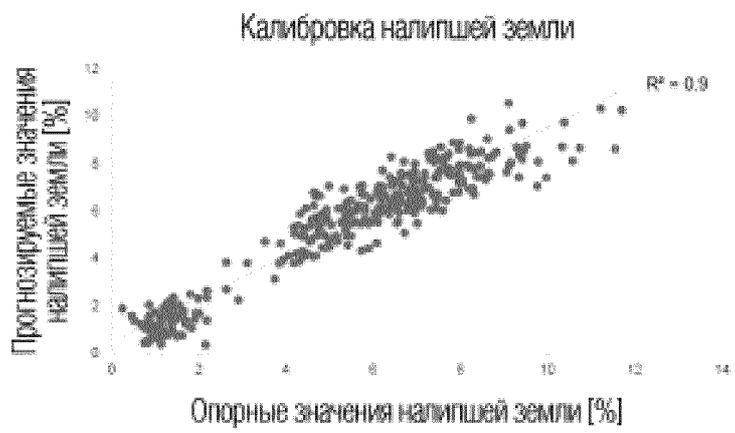
ФИГ. 3



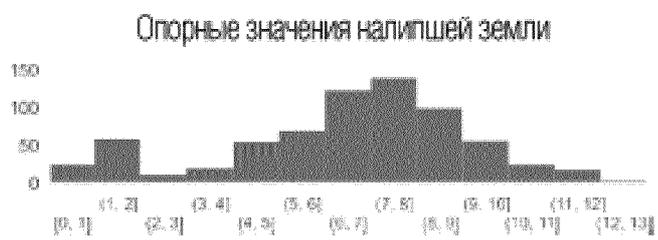
ФИГ. 4



ФИГ. 5

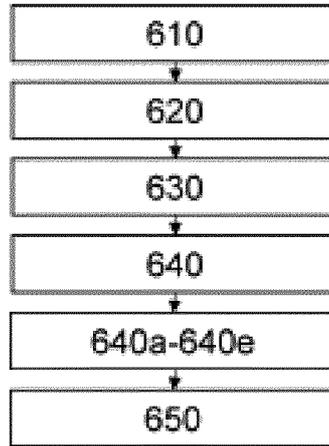


**ФИГ. 6А**



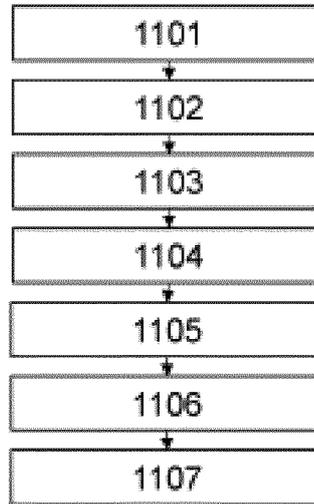
**ФИГ. 6В**

600

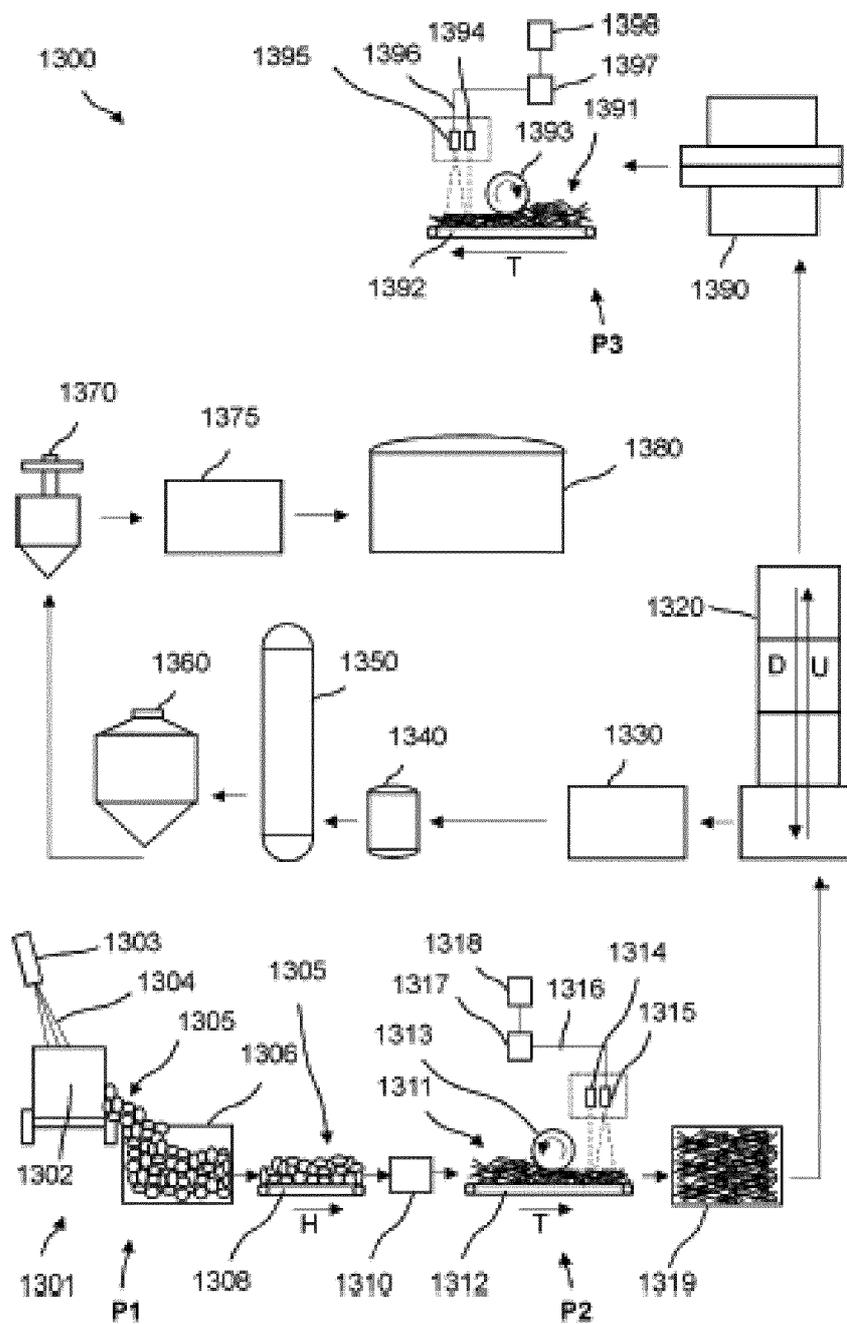


ФИГ. 7

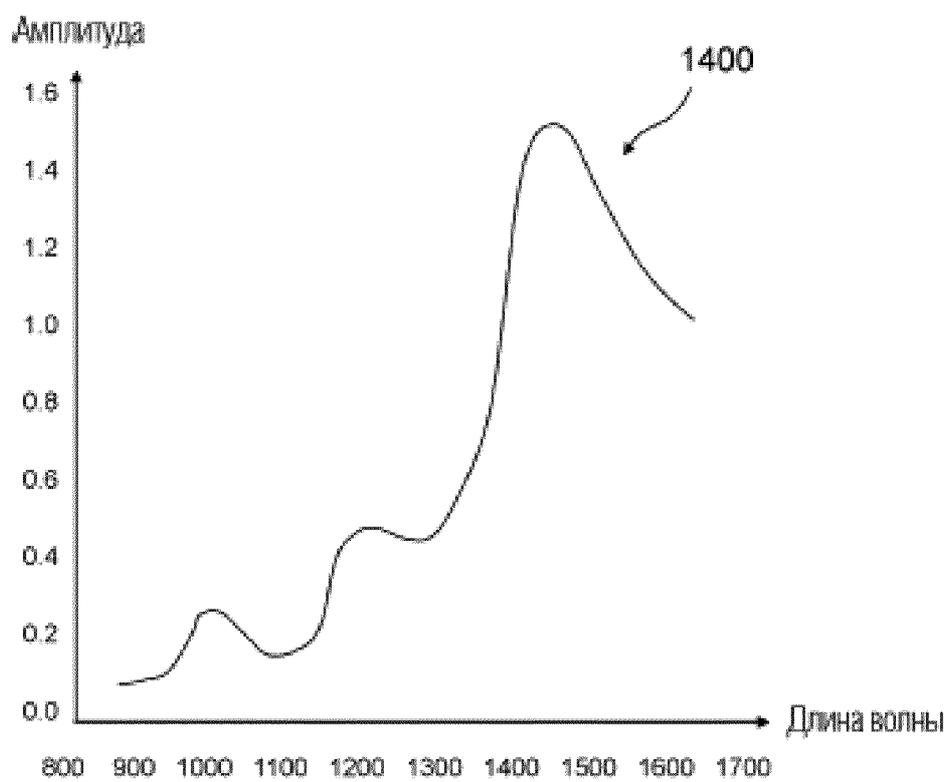
1100



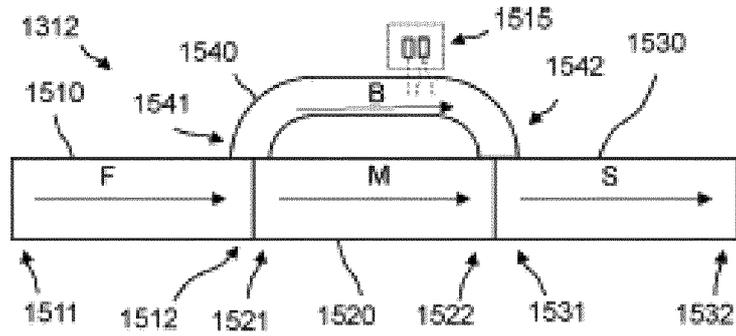
ФИГ. 8



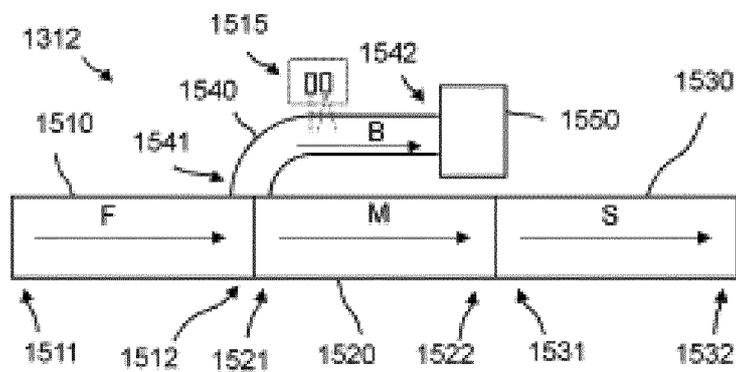
ФИГ. 9



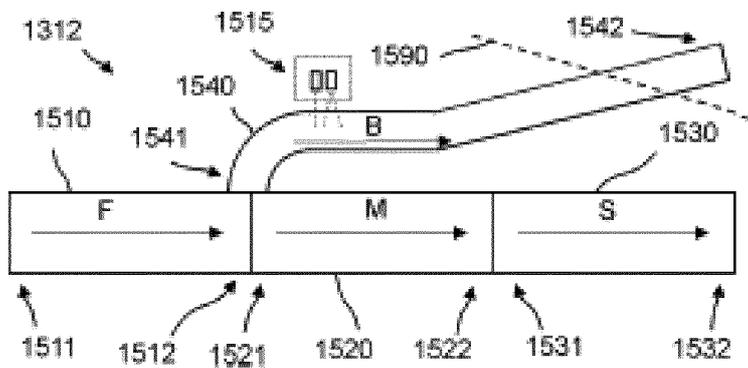
ФИГ. 10



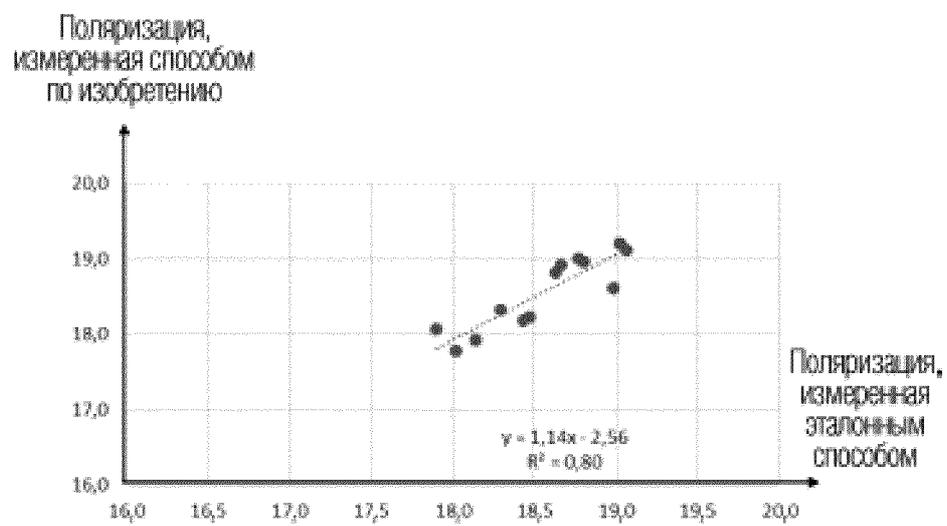
ФИГ. 11А



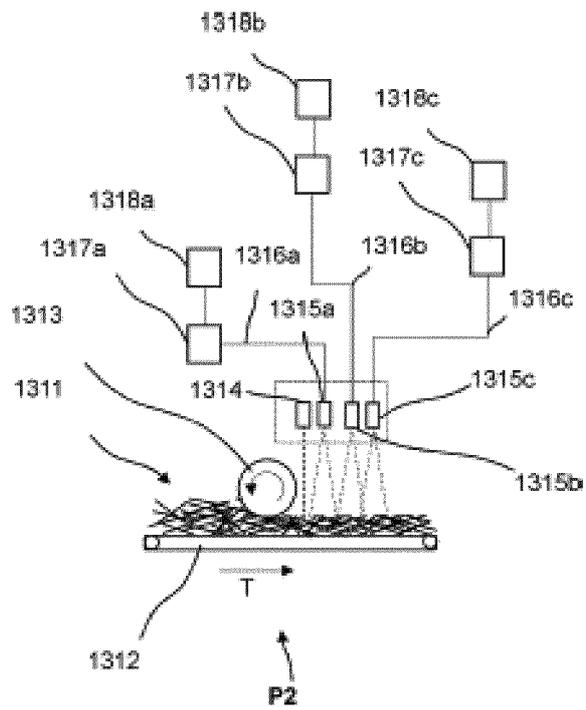
ФИГ. 11В



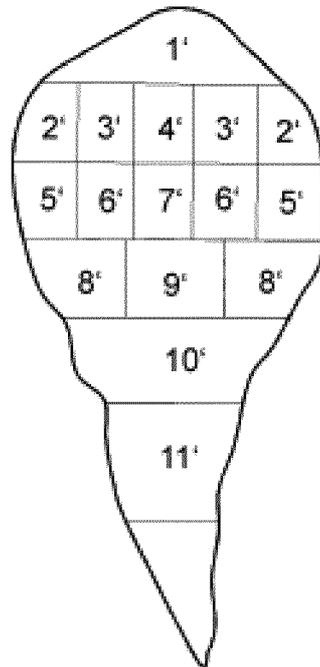
ФИГ. 11С



ФИГ. 12

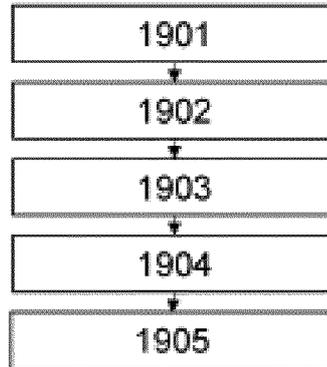


ФИГ. 13



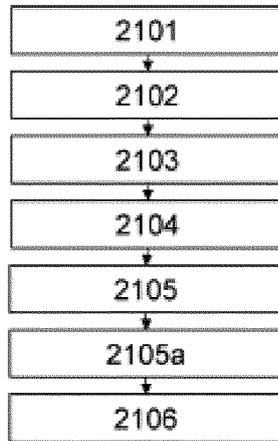
ФИГ. 14

1900



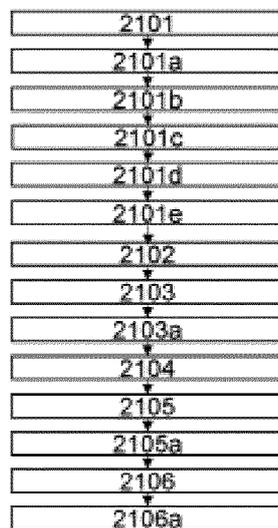
ФИГ. 15

2100

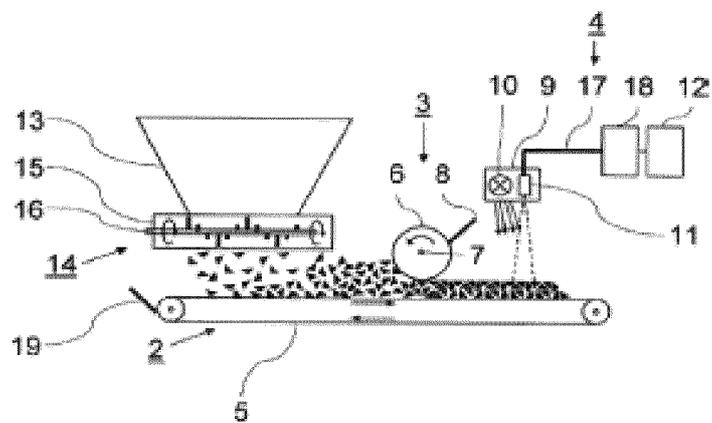


ФИГ. 16

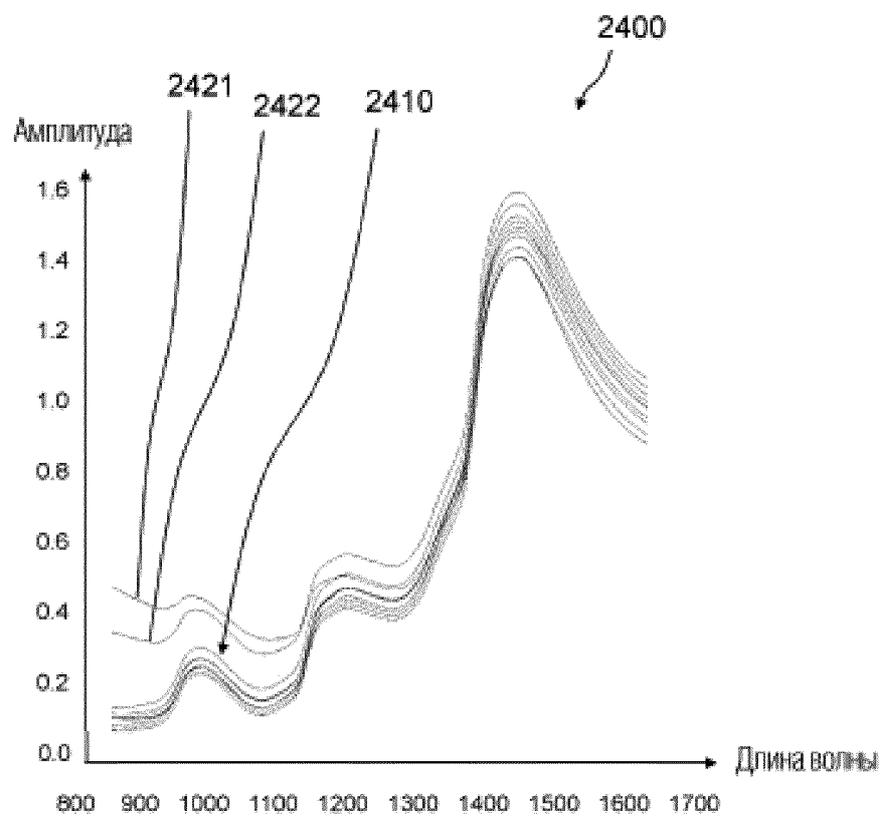
2100



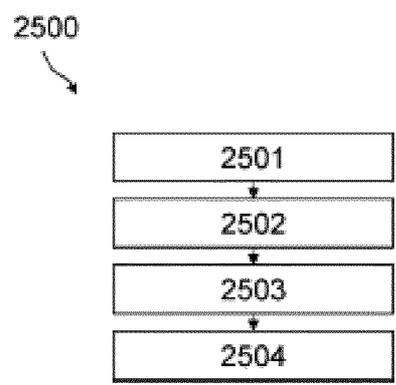
ФИГ. 17



ФИГ. 18



ФИГ. 19



ФИГ. 20