

КОМПЛЕКСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ПЕРВОГО ЭТАПА ПРОРАЩИВАНИЯ СЕМЯН ГОРОХА

Е.Н. Урбанчик, А.Е. Шалюта

Изучена комплексная характеристика 10 образцов гороха, выращенного на территории Республики Беларусь. Определены показатели качества – энергия прорастания, способность прорастания, жизнеспособность. Установлен типовой состав образцов гороха. Выявлены образцы гороха продовольственного, пригодные для проращивания и получения на их основе продуктов питания повышенной биологической ценности. Впервые введен комплексный показатель проращивания семян – активность роста, который позволяет дать количественно-качественную оценку процесса проращивания семян. Определены оптимальные режимы первого этапа проращивания гороха продовольственного.

Введение

Горох является одним из самых распространенных продуктов, употребляемых людьми в своем ежедневном рационе [1]. В настоящее время в Республике Беларусь районировано 7 сортов гороха, такие как Миллениум, Агат, Зазерский усатый, Резон, Армеец, Фацет, Довский усатый. Они отличаются высокими показателями содержания белка (от 22 % до 27 %), повышенной урожайностью (потенциал урожайности от 50 до 65 ц/га) и предназначены для зернофуражного и универсального использования. Районированные сорта рекомендованы для выращивания на всей территории республики [2]. В связи с этим в последние годы значительно увеличилось производство гороха – с 30,4 тыс. т в 2007 г. до 47,5 тыс. т в 2011 г., расширились посевные площади этой культуры – с 12,9 тыс. га в 2007 г. до 17,8 тыс. га в 2011 г. Средняя урожайность гороха в период 2007–2011 гг. составила 26,7 ц/га [3].

В практике зерноперерабатывающей промышленности все большее применение находит инновационный метод переработки сельскохозяйственной продукции, обеспечивающий повышение биологической ценности зерна и семян – проращивание [4].

В отличие от обычного гороха пророщенный горох легко усваивается. Он имеет низкую калорийность и в то же время высокую пищевую ценность. Этот способ подготовки зерна перед употреблением в пищу следует отнести к менее энергозатратным по сравнению с другими (измельчением, плющением, экструдированием и т.д.). При проращивании, до появления ростков и корешков, в зерне смещается в сторону легкодоступных весь комплекс питательных веществ – белков, липидов, углеводов и витаминов. При этом сложные полимерные вещества под воздействием ферментов распадаются на более простые – легко растворимые мономерные, доступные органические вещества. Белки переходят в аминокислоты, жиры – в жирные кислоты и глицерин, крахмал и клетчатка – в моносахариды. Дополнительно к этому за счет переаминирования возрастает концентрация витаминов [5].

Наряду с этим в литературе не освещены вопросы пригодности гороха продовольственного белорусской селекции к проращиванию, отсутствуют критерии оптимизации основных технологических режимов данного процесса, не приведены рекомендации по ведению технологического процесса проращивания гороха.

Целью исследований являлось определение оптимальных режимов первого этапа проращивания гороха продовольственного, выращенного на территории Республики Беларусь, на основе комплексного исследования качественных характеристик сырья.

Результаты исследований и их обсуждение

В работе применяли общепринятые и стандартные методы исследований. Определение энергии прорастания проводили по ГОСТ 10968, жизнеспособности – по ГОСТ 12039, цвета – по ГОСТ 10967, номера типа и подтипа – по ГОСТ 10940.

Повышение эффективности использования гороха и улучшение качества готовой продукции в значительной мере зависят от его исходных технологических свойств. Выбор образцов гороха, пригодных для проращивания, осуществлялся на основе комплексного анализа их качественного потенциала с учетом требований технологии.

Результаты исследований технологических свойств семян гороха приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технологические свойства семян гороха

Номер образца	Жизнеспособность, %	Энергия прорастания, %	Цвет семян	Номер и наименование типа
1	91±1	82±1	Желтый	I – продовольственный
2	94±2	80±2	Зеленый	I – продовольственный
3	90±1	75±2	Желтый	I – продовольственный
4	90±2	74±3	Коричневый	II – кормовой
5	95±1	86±2	Желтый	I – продовольственный
6	70±1	68±1	Коричневый	II – кормовой
7	82±1	72±3	Зеленый	I – продовольственный
8	74±2	70±1	Зеленый	I – продовольственный
9	91±2	73±2	Коричневый	II – кормовой
10	92±1	75±3	Желтый	I – продовольственный

Жизнеспособность семян гороха составляет 70 % – 95 %. Высокими значениями жизнеспособности (более 85 %) обладают исследуемые образцы 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10. Максимальная жизнеспособность семян (95 %) отмечается у образца 5 гороха продовольственного, минимальная (70 %) у образца 6.

Значение энергии прорастания колеблется в пределах от 68 % до 86 % у исследуемых образцов гороха. Лучшими значениями данного показателя обладали образцы 1 и 5 гороха продовольственного (82 % и 85 % соответственно).

Определение типового состава семян гороха позволило установить пригодные для проращивания образцы гороха – 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, которые относятся к I типу.

Таким образом, по комплексу показателей качества для проращивания рекомендованы образцы гороха продовольственного I и 5, имеющие высокие значения исходных показателей качества и относящиеся к I типу семян гороха. Лучшим отмечен образец 5, который и был использован для проведения дальнейших исследований.

Важнейшими предварительными условиями для прорастания семян являются достаточная влажность, соответствующая температура и наличие кислорода. Известно, что к современным способам проращивания зерна, применяемым в солодовенном производстве, относятся: воздушно-водяной, в непрерывном токе воды и воздуха, оросительный и воздушно-оросительный.

Для проведения эксперимента по проращиванию гороха был выбран воздушно-водяной способ замачивания, как наиболее простой и не требующий установки специального оборудования. Для замачивания гороха использовали водопроводную воду с температурой 8 °С – 12 °С. Проращивание осуществляли в термостате марки ЛП-122, в котором поддерживалась постоянная температура 20 °С и относительная влажность воздуха более 90 %. Время чередования воздушных и водяных пауз при проращивании семян гороха было принято на основании рекомендаций воздушно-водяного способа замачивания зерна и составило 3–6 ч [6].

Для оптимизации режимов воздушно-водяного замачивания гороха были введены следующие термины и определения:

– «этап проращивания» – период времени, включающий одну водяную и одну воздушную паузу проращивания семян;

– «время прорастания семян» – время, за которое в образце гороха проросло не менее 75 % семян при длине ростка не превышающей 3 мм;

– «активность роста» (A_p) – коэффициент, комплексно характеризующий процесс прорастания семян, определяемый по формуле

$$A_p = K_p / V_p, \quad (1)$$

где K_p – количество проросших семян гороха с длиной ростка не более 3 мм, %;
 V_p – время прорастания семян, ч.

Для оптимизации воздушно-водяных пауз был спланирован эксперимент с использованием двух факторов: продолжительность водяной паузы первого этапа (X_1), продолжительность воздушной паузы первого этапа (Y_1). В качестве выходного параметра оптимизации принятый показатель – активность роста (A_p).

Первый этап проращивания проводили в соответствии с матрицей планирования эксперимента, дальнейшее проращивание осуществляли чередуя воздушно-водяные паузы каждые 2 ч, тем самым исключив влияние следующих этапов проращивания на ход эксперимента. Матрица планирования эксперимента с чередованием воздушно-водяных пауз от 3 до 6 ч представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица планирования эксперимента

Номер опыта	X_1	Y_1	A_p
1	4,50	4,50	2,81
2	4,50	4,50	2,83
3	3,00	3,00	2,48
4	6,00	3,00	2,40
5	6,62	4,50	2,75
6	6,00	6,00	2,99
7	2,38	4,50	2,38
8	4,50	2,38	2,51
9	4,50	6,62	2,78
10	3,00	6,00	2,37

При обработке экспериментальных данных получили контурный график поверхности отклика (рисунок 1), на котором оптимальные значения факторов составили более 6 ч.

В связи с этим для более точного определения точки оптимума был увеличен интервал чередования воздушно-водяных пауз первого этапа до 10 ч и спланирован новый эксперимент. Матрица планирования эксперимента представлена в таблице 3. На рисунке 2 представлена карта Парето для выходных параметров эксперимента, которая позволяет определить значимость коэффициентов уравнения регрессии (математической модели).

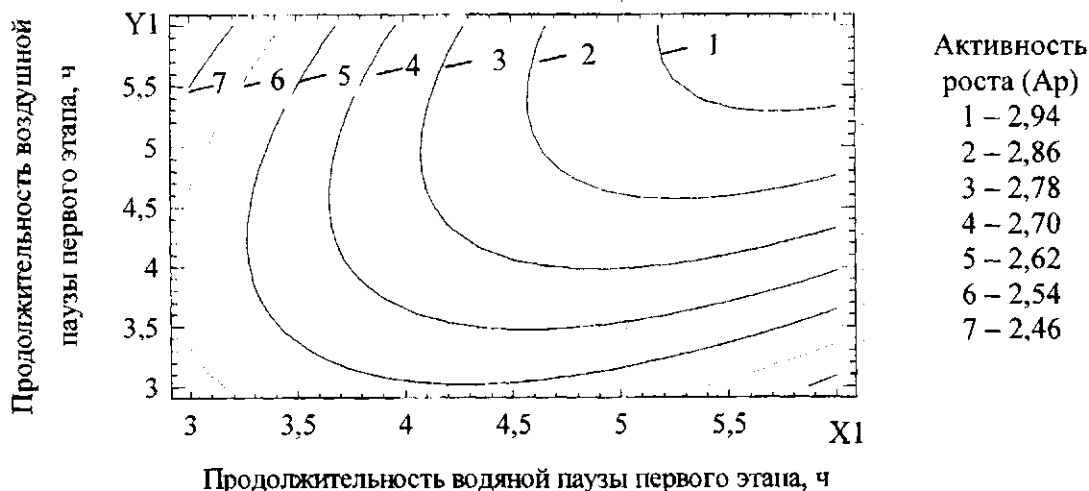
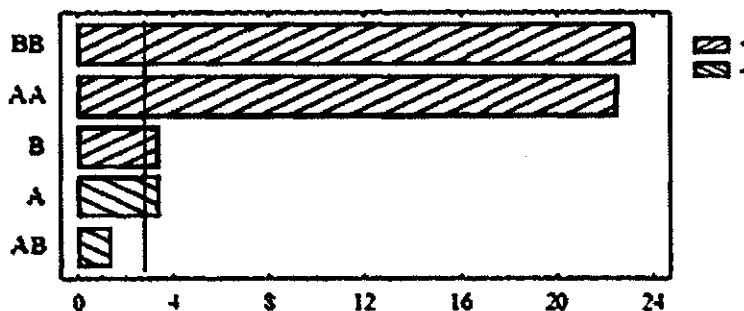


Рисунок 1 – Контурный график поверхности отклика

Таблица 3 – Матрица планирования эксперимента

Номер опыта	X1	Y1	Ap
1	6,50	1,55	2,50
2	6,50	6,50	3,02
3	10,00	3,00	2,52
4	3,00	10,00	2,41
5	6,50	6,50	3,00
6	11,45	6,50	2,50
7	10,00	10,00	2,51
8	3,00	3,00	2,49
9	1,55	6,50	2,42
10	6,50	11,45	2,39



А – продолжительность воздушной паузы первого этапа, ч;
В – продолжительность водяной паузы первого этапа, ч

Рисунок 2 – Карта Парето

Для установления максимального значения активности роста (A_p) была локализована область значений факторов. С этой целью строили график поверхности отклика (рисунок 3). Трехмерный график имеет холм с вершиной в значении 6,7 для переменной X_1 , и 6,3 для переменной Y_1 . Для более полного детального рассмотрения области максимума был применен контурный график поверхности отклика (рисунок 4).

В результате статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии, адекватно описывающее изменение активности роста под влиянием исследуемых факторов для первого этапа проращивания:

$$A_p = 1,200 + 0,283 \cdot X_1 + 0,274 \cdot Y_1 - 0,022 \cdot X_1^2 - 0,022 \cdot Y_1^2,$$

где X_1 – продолжительность водяной паузы первого этапа;

Y_1 – продолжительность воздушной паузы первого этапа.

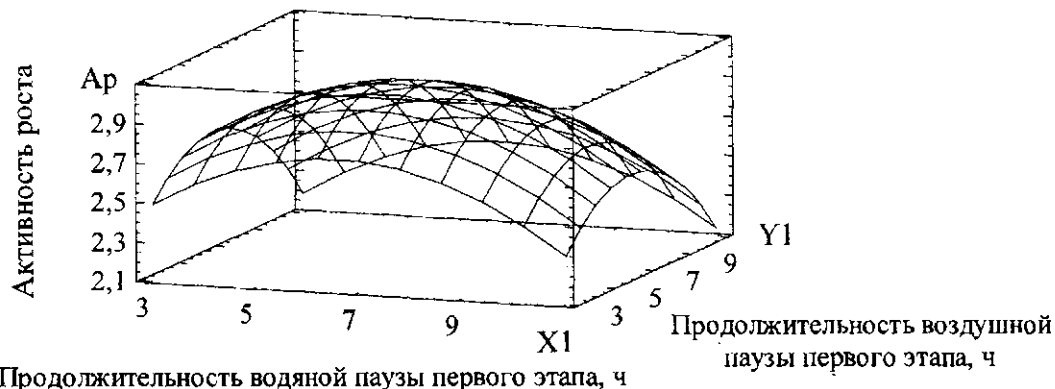


Рисунок 3 – График поверхности отклика



Рисунок 4 – Контурный график поверхности отклика

Анализ уравнения регрессии позволяет выделить факторы, влияющие на показатель активности роста (Ar) семян гороха продовольственного. Продолжительности водяной и воздушной паузы первого этапа оказывают одинаковое «положительное» влияние на активность роста (Ar). Коэффициенты регрессии при линейных членах положительны и равны 0,283 и 0,274 соответственно. Анализ контурного графика поверхности отклика показал, что продолжительность водяной паузы от 6 до 7,5 ч и продолжительность воздушной паузы от 6 до 7 ч ведет к значительному увеличению значения активности роста (Ar).

Заклучение

Представлена комплексная характеристика 10 образцов гороха, выращенного на территории Республики Беларусь. По комплексу показателей качества пригодными для проращивания и получения продуктов питания повышенной биологической ценности рекомендованы два образца гороха продовольственного. Впервые введен показатель проращивания семян – активность роста, позволяющий дать комплексную количественно-качественную характеристику процесса проращивания семян. Спланирован двухфакторый эксперимент и проведена статистическая обработка экспериментальных данных. Получено уравнение регрессии, адекватно описывающее изменение активности роста под влиянием исследуемых факторов. Рекомендованы оптимальные режимы первого этапа проращивания гороха продовольственного, которые составили: продолжительность водяной паузы 6,0–7,5 ч, продолжительность воздушной паузы 6–7 ч. При данных режимах проращивания наблюдается максимальная активность роста при минимальном времени проращивания семян. Представленные режимы могут быть использованы при производстве пророщенных семян гороха и продуктов питания на их основе.

Литература

- 1 Нилова, Л.П. Товароведение и экспертиза зерноучных товаров [Текст]: учебник для вузов / Л.П. Нилова. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 411 с.
- 2 Каталог сортов и гибридов сельскохозяйственных культур / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2010. – 31 с.
- 3 Статистический ежегодник, 2012. Республика Беларусь – Statistical Yearbook. Republic of Belarus: [статистический сборник] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск: [б. и.], 2012. – 716 с.
- 4 Шаршунов, В.А. Биотехнологические приемы повышения эффективности использования зерновых ресурсов Беларуси / В.А. Шаршунов, Е.Н. Урбанчик, Л.А. Касьянова, О.В. Агеенко, П.Г. Иванов // Вести Национальной академии наук Беларуси. Сер. Аграр. наук. – 2008. – № 1. – С. 101–106.
- 5 Кондратенко, Р.Г. Исследование химического состава и технологических свойств пророщенного гороха / Р.Г. Кондратенко, Е.Н. Урбанчик, А.Е. Шалюта // Сб. научн. тр. / Университет по хранению технологий. – Пловдив, 2010. – Том LVIII, выпуск 2: Хранительна наука, техника и технологии 2011. – С. 446–451.
- 6 Косминский, Г.И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков. Лабораторный практикум по технологическому контролю производства: учеб. пособие. / Г.И. Косминский – Минск «Дизайн – ПРО», 1998. – 352 с.

Поступила в редакцию 21.12.2012