

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВКИ НОВЫХ СОРТОВ ФАСОЛИ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

В.Н. Тимофеева, Н.В. Саманкова, Т.М. Козина, В.А. Лахадынова

Исследованы технологические процессы замачивания и бланширования новых сортов фасоли белорусской селекции. Предложены оптимальные технологические параметры замачивания и бланширования новых сортов фасоли белорусской селекции: Закроснинская, Велле, Болто.

Введение

В решении проблемы потребления растительного белка значительная роль принадлежит зернобобовым культурам. Многие их виды, такие как соя, фасоль, горох, чечевица, вигна и в настоящее время не утратили значения продовольственных культур.

Зернобобовые культуры до недавнего времени относились к малоинтенсивным культурам из-за наличия некоторых биологических особенностей, обусловленных медленным ростом растений в начальные фазы развития, растянутостью периода цветения и формирования бобов, неодновременностью их созревания, предрасположенностью к полеганию, низким прикреплением бобов от поверхности почвы и их растрескиваемостью, значительной поражаемостью болезнями и вредителями. Все это препятствовало применению интенсивной технологии их возделывания.

В настоящее время выращиваются сорта зерновой фасоли интенсивного типа. Эти сорта имеют низкую форму растений, устойчивы к полеганию, приспособлены к механизированной уборке. Так, опытными сельскохозяйственными станциями, в частности Кобринской сортоиспытательной станцией, выведены новые сорта белорусской селекции: Закроснинская, Велле, Болто, которые переданы для государственного сортоиспытания с 2015 года. Товарная урожайность этих семян достигает до 3,8 т/га. Средняя масса 1000 семян – 320–350 г. Данные сорта рекомендуются использовать в кулинарии и для консервирования.

Зерновая фасоль является высокопитательным, жизненно необходимым продовольственным ресурсом. Фасоль привносит в рацион белки, сложные углеводы, пищевые волокна, витамины и минеральные вещества; в ней мало жира и натрия, а также отсутствует холестерин. Включение фасоли в рацион благотворно сказывается на здоровье человека и особенно важно для профилактики хронических заболеваний.

Несмотря на определенные диетические преимущества, существуют факторы, которые ограничивают потребление бобовых, в частности фасоли, главными из которых являются: биодоступность и усвояемость; наличие ингибиторов ферментов (трипсина и химотрипсина) и лектинов; а также содержащих раффинозу сахаридов, способствующих метеоризму. Ингибиторы трипсина, содержащиеся в фасоли, подавляют ферментативную активность трипсина в кишечнике, из-за чего ухудшается переваривание белков и, следовательно, всасывание их аминокислот. Лектины вызывают агглютинацию эритроцитов и ухудшают всасывание [1,2].

Негативное влияние вышеперечисленных веществ на организм человека уменьшается в процессе замачивания и бланширования фасоли.

Кроме того, процесс замачивания и бланширования влияет на органолептические показатели, а, следовательно, на товарные свойства готового продукта из фасоли.

Целью работы являлось изучение процессов замачивания и бланширования для новых сортов фасоли белорусской селекции.

Результаты исследований и их обсуждение

Одним из важных этапов подготовки фасоли является замачивание. Существуют следующие способы замачивания фасоли. Первый, традиционный, способ заключается в замачива-

нии фасоли при температуре 20 °С – 25 °С в течение 8–12 часов при смене воды каждые 2 часа. Второй способ – это замачивание фасоли при температуре 60 °С и более при смене воды через каждые 30 минут в течение 4 часов.

На начальном этапе работы для определения оптимальной температуры и продолжительности замачивания новых сортов фасоли был спланирован и проведен многофакторный эксперимент для каждого сорта фасоли по плану Бокса-Уилсона 2^{2+} с помощью программы «Statgraphics Plus for Windows».

Факторы, оказывающие наибольшее влияние на качество замачивания, были обозначены следующим образом: X_1 – температура воды, °С; X_2 – продолжительность замачивания, мин. Качество замачивания определяли по коэффициенту набухания.

В результате была получена матрица планирования эксперимента, представленная в таблице 1, для сортов фасоли Закроснинская, Велле, Болто, на основании которой проведены исследования по определению коэффициента набухания.

Таблица 1 – Влияние температуры и продолжительности замачивания на коэффициент набухания

Номер эксперимента	Входные параметры		Коэффициент набухания		
	Температура воды, °С (X_1)	Продолжительность замачивания, мин (X_2)	Сорт фасоли		
			Закроснинская	Велле	Болто
1	55,0	120,0	1,91	1,96	1,91
2	40,0	20,0	1,57	1,57	1,39
3	70,0	20,0	1,56	1,56	1,55
4	40,0	220,0	1,95	2,06	1,95
5	70,0	220,0	1,88	1,93	1,87
6	35,0	120,0	1,85	1,97	1,82
7	75,0	120,0	1,85	1,91	1,86
8	55,0	20,0	1,71	1,80	1,55
9	55,0	260,0	1,92	1,98	1,93
10	55,0	120,0	1,91	1,96	1,91

Замачивание проводили, варьируя следующими параметрами: фасоль исследуемых сортов заливали водой, подогретой до температуры 35, 40, 55, 70, 75 °С, и выдерживали при этих температурах в течение 20, 120, 220, 260 мин. После завершения обработки определяли коэффициент набухания.

Результаты экспериментальных данных обрабатывались с применением критериев Стьюдента и Фишера. Были получены графические модели в виде поверхностей отклика (рисунки 1–3), которые показывают, как изменяется коэффициент набухания при варьировании температуры воды и продолжительности замачивания.

В результате ПФЭ 2^3 получены математические модели в виде уравнений:

– для сорта Закроснинская:

$$K=0,821+0,025 \cdot X_1+0,005 \cdot X_2-0,0002 \cdot X_1^2-0,00001 \cdot X_1 \cdot X_2-0,000012 \cdot X_2^2 \quad (1)$$

– для сорта Велле:

$$K=0,866+0,025 \cdot X_1+0,006 \cdot X_2-0,0002 \cdot X_1^2-0,00002 \cdot X_1 \cdot X_2-0,000014 \cdot X_2^2 \quad (2)$$

– для сорта Болто:

$$K=0,383+0,031 \cdot X_1+0,008 \cdot X_2-0,0002 \cdot X_1^2-0,00004 \cdot X_1 \cdot X_2-0,000016 \cdot X_2^2 \quad (3)$$

В результате математической обработки были установлены оптимальные параметры процесса замачивания исследуемых сортов фасоли:

– для сорта Закроснинская: температура воды – 50 °С, продолжительность – 180 мин;

– для сорта Велле: температура – 50 °С, продолжительность 185 мин;

– для сорта Болто, температура – 50 °С, продолжительность 190 мин.

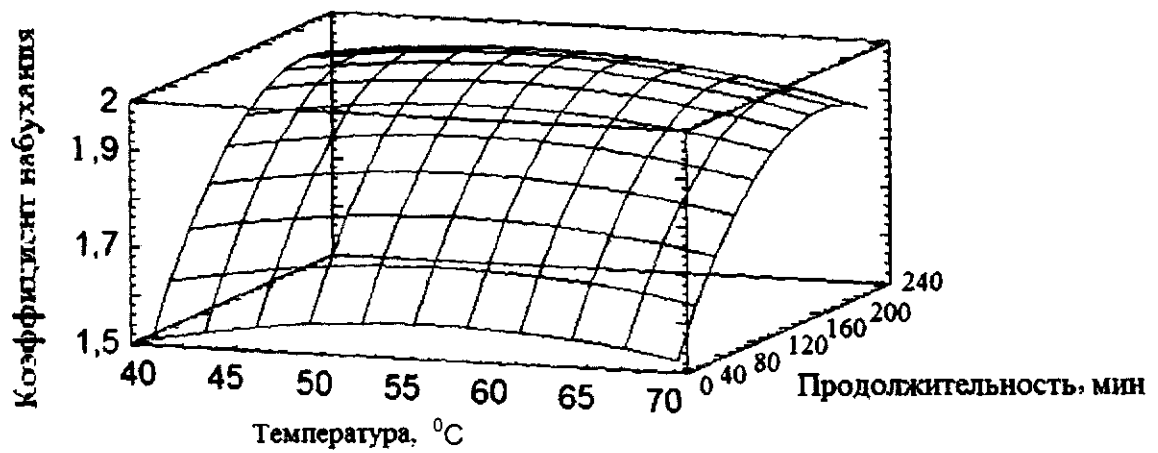


Рисунок 1—Зависимость коэффициента набухания от температуры воды и продолжительности замачивания для сорта Закроснинская

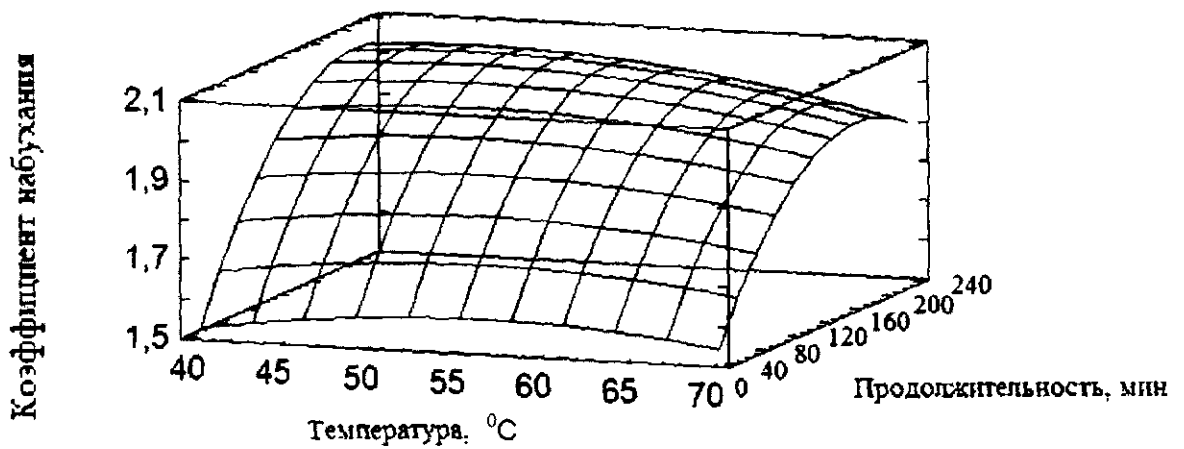


Рисунок 2—Зависимость коэффициента набухания от температуры воды и продолжительности замачивания для сорта Велле

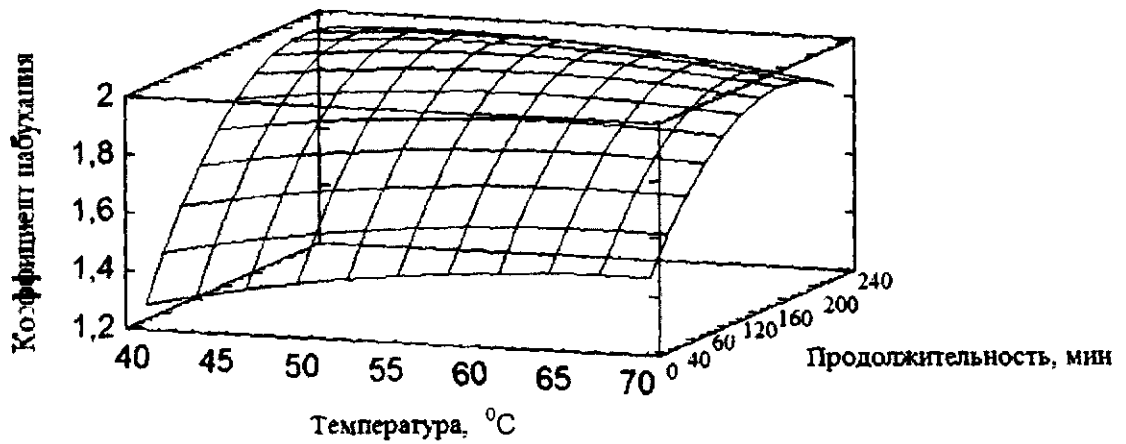


Рисунок 3—Зависимость коэффициента набухания от температуры воды и продолжительности замачивания для сорта Болто

Также была изучена динамика изменения коэффициента набухания при температурах 35, 40, 55, 70 и 75 °С для всех исследуемых сортов белорусской селекции, который определяли через каждые 20 минут. Процесс прекращали, когда не происходило значительное увеличение массы фасоли. Результаты исследований приведены на рисунках 4–8.

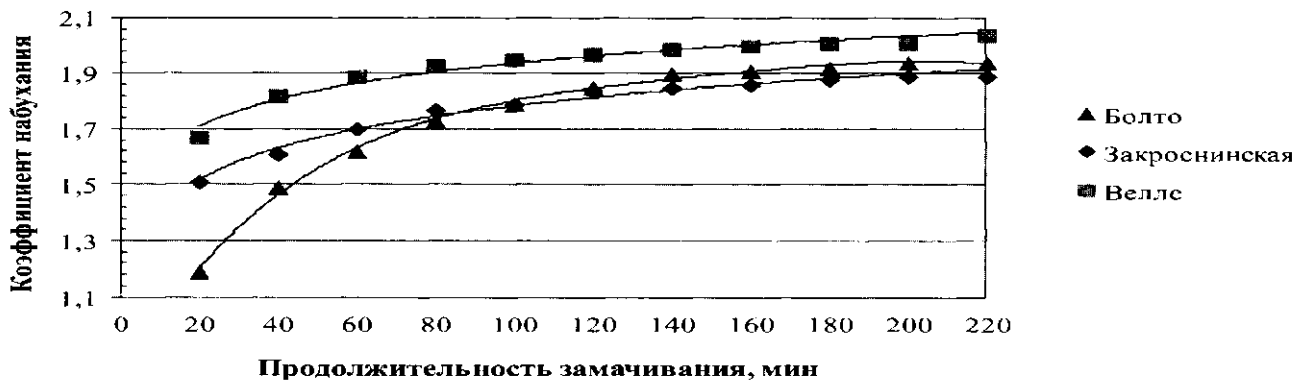


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента набухания от продолжительности замачивания при температуре 35 °С

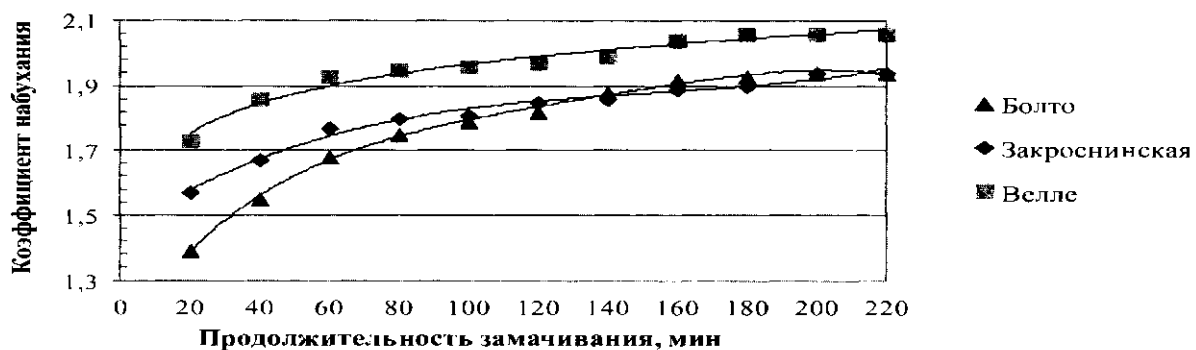


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента набухания от продолжительности замачивания при температуре 40 °С

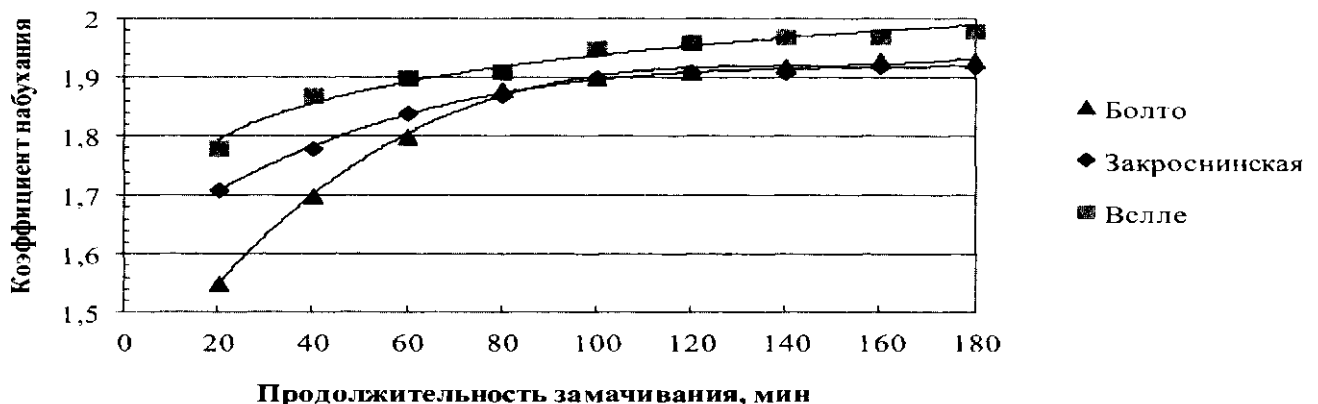


Рисунок 6 – Зависимость коэффициента набухания от продолжительности замачивания при температуре 55 °С

Как видно из рисунков 4 и 5, при температурах замачивания 35 °С и 40 °С наблюдалось равномерное увеличение коэффициента набухания и постоянного значения он достиг через 140–160 мин. При температурах 55, 70 и 75 °С происходило резкое увеличение коэффициента набухания до значения 1,5–1,8, а далее увеличение происходило очень медленно. Максимального значения 1,97 коэффициент набухания достиг за 180 мин при температурах зама-

чивания 55 и 70 °С, в то время как при температуре 75 °С достиг только лишь значения 1,9. Возможно, это обусловлено денатурацией белка и высоким содержанием крахмала в фасоли, температура клейстеризации которого составляет более 60 °С, что затрудняет процесс набухания. По мере повышения температуры увеличивается колебание крахмальных молекул, разрушаются межмолекулярные связи, что приводит к освобождению мест связывания для взаимодействия с молекулами воды через водородные связи. Это проникновение воды и увеличивающееся разделение больших и длинных сегментов крахмальных цепей увеличивает неупорядоченность в общей структуре и уменьшает число и размер кристаллических областей. При дальнейшем нагреве в присутствии большого количества воды происходит полная потеря кристалличности, сопровождающаяся потерей очертания крахмальных зерен. Увеличение температуры ведет к крутому подъему вязкости, что связано с набуханием крахмальных зерен [2].

Вторым основным этапом подготовки фасоли является бланширование, в результате которого происходит размягчение фасоли, вследствие химических и физико-химических преобразований в тканях. Также прекращаются биохимические процессы вследствие разрушения ферментативной системы, основой которой являются белки.

Поэтому на следующем этапе работы был исследован процесс бланширования новых сортов фасоли белорусской селекции. Этот процесс проводили при температуре (98±2) °С. Бланшировали фасоль, предварительно замоченную при температурах, определенных матрицей планирования эксперимента (35, 40, 55, 70 и 75 °С), а так же при полученной оптимальной температуре замачивания, которая составила 50 °С. Во всех образцах определяли коэффициент набухания бланшированной фасоли. Процесс бланширования считали законченным, когда значение коэффициента не изменялось, а консистенция фасоли была плотной, но не жесткой. Результаты исследований представлены на рисунках 9–10.

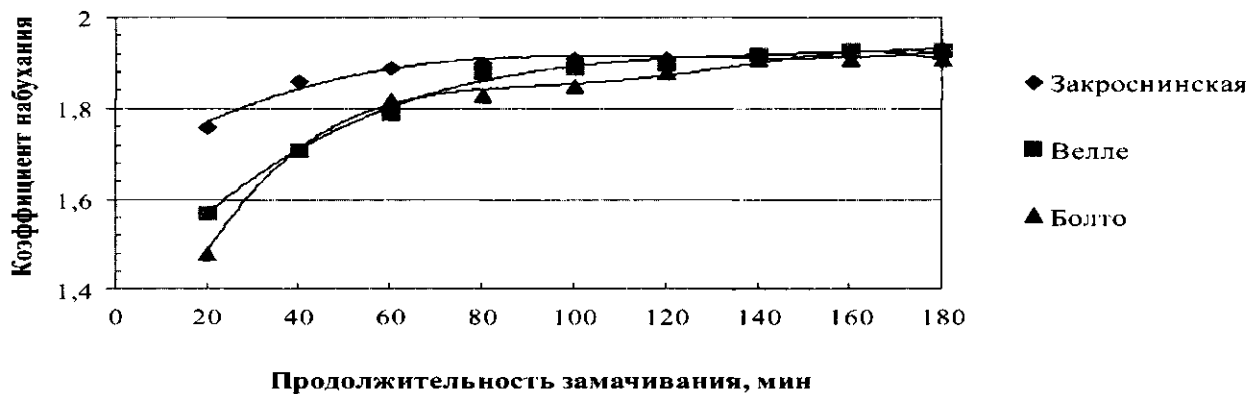


Рисунок 7 – Зависимость коэффициента набухания от продолжительности замачивания при температуре 70 °С

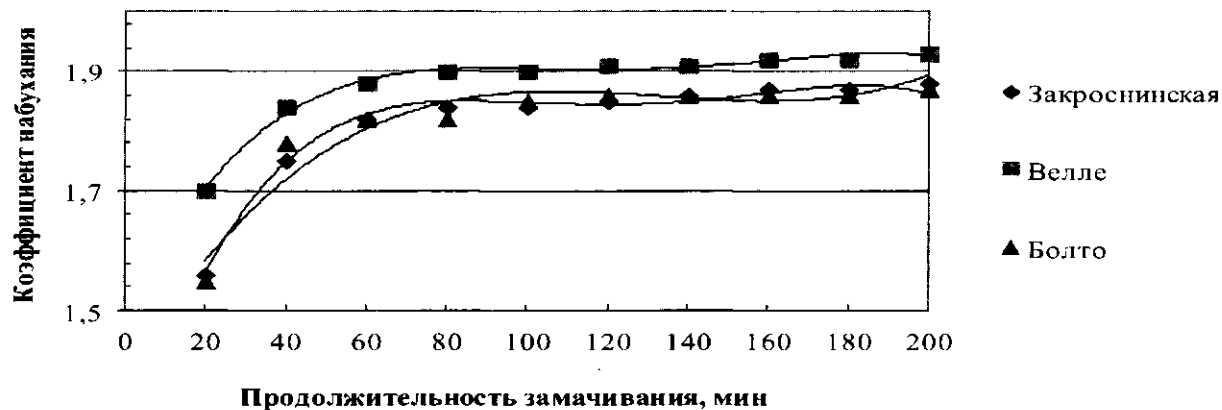


Рисунок 8 – Зависимость коэффициента набухания от продолжительности замачивания при температуре 75 °С

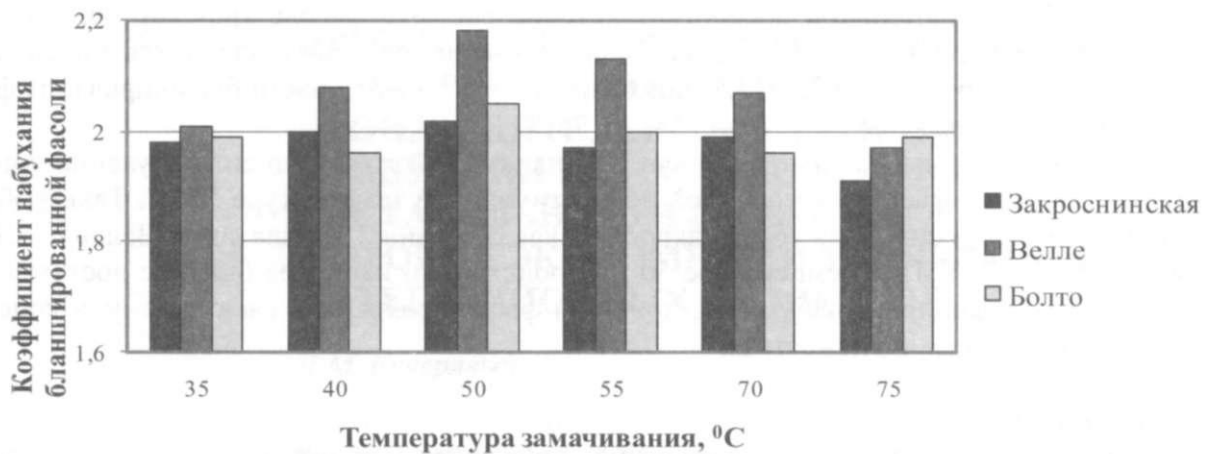


Рисунок 9 – Зависимость коэффициента набухания при бланшировании от температуры замачивания

Из рисунка 9 видно, что фасоль сорта Закроснинская, замоченная при температуре 50 °C достигла неизменяемого коэффициента бланширования фасоли 2,12. В то время как у фасоли, замоченной при температурах 35, 55, 70 и 75 °C этот показатель не увеличивался более чем до 2,0.

Коэффициент набухания бланшированной фасоли сорта Велле достиг постоянного значения при всех исследуемых температурах замачивания. Однако, у фасоли, замоченной при температуре 50 °C, коэффициент бланширования был выше и составил 2,05. При других исследуемых температурах находился в интервале 1,96–2,0.

У фасоли сорта Болто, замоченной при температуре 50 °C коэффициент бланширования был также наибольшим (2,17) по сравнению с фасолью, замоченной при других температурах 35, 40, 55, 70 и 75 °C.

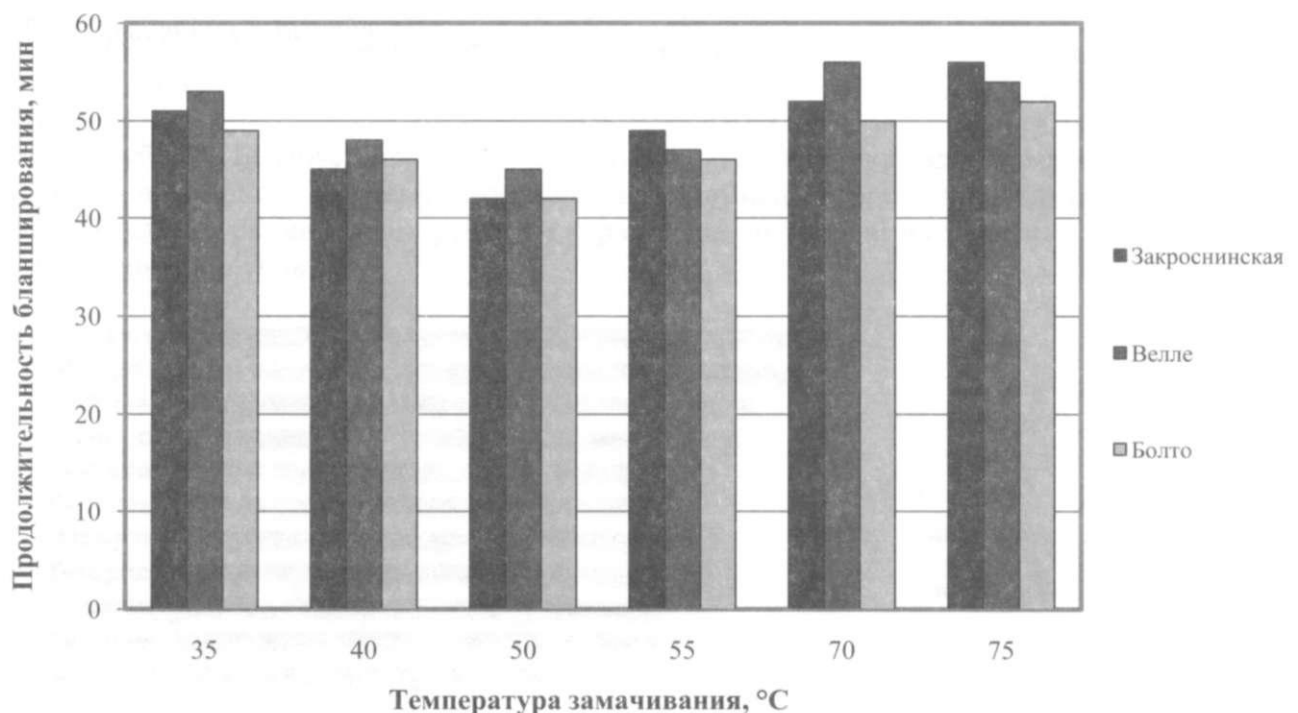


Рисунок 10 – Зависимость продолжительности бланширования от температуры замачивания

Результаты исследований, представленные на рисунке 10, показали, что продолжительность бланширования фасоли исследуемых сортов, замоченной при разных температурах,

отличаются незначительно. Но все же фасоль, замоченная при температурах 35, 70 и 75 °С, требовала более длительной обработки. Установлено, что фасоль трех сортов, замоченная при температуре 50 °С, имеет наименьшее время бланширования и находится в пределах 42–45 минут, что в среднем на 7,5–10,5 мин меньше продолжительности бланширования фасоли, замоченной при температурах 35, 40, 55, 70, 75 °С.

Экспериментальные данные показали, что наилучший коэффициент набухания при бланшировании был у фасоли, замоченной при оптимальной температуре 50 °С. Таким образом, коэффициент набухания для сорта Закроснинская составил 2,12; для сорта Велле – 2,18; для сорта Болто – 2,17. При температуре 50 °С происходило наиболее быстрое достижение постоянного коэффициента набухания, при этом фасоль сохранила свою форму, а консистенция ее была плотная, но не жесткая.

Заключение

В результате проведенных исследований предложены технологические параметры процесса замачивания и бланширования фасоли разных сортов белорусской селекции. Рекомендованы следующие параметры замачивания фасоли: температура воды 50 °С, продолжительность замачивания 180 мин – для сорта Закроснинская, 185 мин – для сорта Велле, 190 мин для сорта Болто. Показано, что при таких значениях продолжительности замачивания и температуре воды 50 °С коэффициент набухания находится в пределах 2,0. При рекомендованных параметрах замачивания продолжительность бланширования новых сортов фасоли белорусской селекции находится в пределах 42–45 минут.

Литература

- 1 Синха, Н.К. Настольная книга производителя и переработчика плодоовощной продукции / Н.К Синха, И.Г. Хью – СПб.: Профессия, 2013. – 896 с.
- 2 Химия и биохимия бобовых растений / пер. с англ. К.С. Спектрова; под ред. М.Н. Запрометова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 336 с.

Поступила в редакцию 21.12.2015