

Изучение Влияния Ультразвукового Воздействия на Процессы Осветления Облепихового Виноматериала

Владимир Н. Хмелев, *Senior Member*, IEEE, Сергей Н. Цыганок, Роман В. Барсуков, Юрий М. Кузовников, *Student Member*, IEEE

Бийский технологический институт (филиал) ГОУ ВПО Алтайский технический государственный университет имени И.И. Ползунова, Бийск, Россия

Аннотация – Статья содержит информацию о влиянии ультразвукового воздействия на процесс осветления облепихового вина в присутствии суспензии бентонита.

Ключевые слова – Ультразвук, облепиховое вино, осветление.

I. ВВЕДЕНИЕ

В РАЗНООБРАЗНОМ спектре современных технологических процессов осуществляются различные физико-химические преобразования сложных веществ и продуктов. Важными аспектами протекания любого производственного процесса является невысокая стоимость и высокая скорость.

В некоторых случаях объект производства находится в состоянии, преодолеть которое и ускорить производство становится экономически затруднительно. К таким случаям относится и образование устойчивых дисперсных систем, когда в жидкой среде находятся во взвешенном виде твердые вещества, масла, биомасса и т. д.

Выходом из такого равновесного состояния в жидкой среде является коагуляция – объединение частиц дисперсной фазы в агломераты, вследствие сцепления частиц в результате броуновского движения, а также седиментации, перемещения частиц в электрическом поле (электрокоагуляция), механического воздействия на систему (перемешивания, вибрации). Естественная коагуляция растворенных в жидкой среде частиц в различных условиях протекает с разной скоростью [1]. Иногда сроки естественного освобождения жидкой среды от взвешенных веществ настолько продолжительны, что ни о каком масштабном производстве больших объемов продукции не может быть и речи.

Основная проблема переработки ягод облепихи на вина или виноматериалы заключается в присутствии в сброженном сусле большого количества мельчайших частичек масла, затрудняющих процесс осветления. При этом возникает необходимость получения желаемого результата при минимальном количестве образующихся гущевых отходов.

Существуют различные способы интенсификации процесса укрупнения и осаждения частиц, взвешенных в жидкой фазе. Одним из наиболее эффективных способов является коагуляция под воздействием акустических колебаний ультразвуковой частоты. Ультразвуковая коагуляция находит

широчайшее применение в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве и области природопользования и усилия исследователей направлены на создание специализированного оборудования для решения проблем очистки больших объемов жидких сред с помощью ультразвукового воздействия [1].

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При ультразвуковой обработке жидкой дисперсной среды акустическими колебаниями ультразвуковой частоты в ней возникают локальные области повышенного и пониженного давления, что способствует перемещению, сближению и слипанию взвешенных частиц. Для активации этого процесса возможно использование вспомогательного вещества, обладающего высокой дисперсностью и большой поверхностью. Таким веществом для ускорения процесса осветления жидких дисперсных сред в пищевом и ряде других производств является суспензия бентонитового глинопорошка.

Из-за специфичности свойств облепихового виноматериала традиционное применение бентонитового глинопорошка не обеспечивает получения положительного результата, поскольку не является очевидным характер влияния суспензии бентонита на процесс осветления, не изучено влияние ультразвукового воздействия на динамику этого процесса, отсутствуют результаты исследований по использованию ультразвука при приготовлении бентонитовой суспензии.

Для осуществления низкоинтенсивного (менее 2 Вт/см²) ультразвукового воздействия был использован ультразвуковой аппарат серии «Нежность» (модель УЗА-0,1/44-0), разработанный в «Лаборатории акустических процессов и аппаратов» Бийского технологического института (см. Рис. 1).



Рис. 1. Ультразвуковой аппарат «Нежность»

Мощность аппарата составляет 100 ВА, максимальная интенсивность излучения 2 Вт/см², излучающая поверхность диаметром 45 мм

Для осуществления высокоинтенсивного (более 15 Вт/см²) ультразвукового воздействия был использован ультразвуковой технологический аппарат серии «Волна-М» (модель УЗТА -1/22-ОМ), разработанный в «Лаборатории акустических процессов и аппаратов» Бийского технологического института (см. Рис. 2).



Рис. 2. Ультразвуковой аппарат «Волна-М»

Мощность аппарата составляет 1000 ВА, максимальная интенсивность излучения 15 Вт/см², излучающая поверхность имеет диаметр 40 мм.

Для изучения влияния ультразвукового воздействия были проведены следующие эксперименты:

1. Исследовано влияние суспензии бентонитового глинопорошка на осветление облепихового вина без ультразвукового воздействия.
2. Исследовано влияние ультразвукового воздействия на динамику процесса осветления вина суспензией бентонитового глинопорошка,
3. Исследовано влияние ультразвукового воздействия на процесс активации суспензии бентонитового глинопорошка.
4. Исследовано влияния ультразвукового воздействия на процесс приготовления суспензии бентонитового глинопорошка.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

A. Осветление виноматериала с применением суспензии бентонита

Для контроля был поставлен эксперимент по обработке сброженного облепихового виноматериала суспензией бентонита концентрацией 10% масс., приготовленной традиционным способом. В подготовленные цилиндрические емкости (цилиндры), вместимостью 0.2 л вносили суспензию бентонита в количестве от 1000 до 7000 г/м³, интенсивно перемешивали и оставляли на 24 ч часа для отстаивания. Количественную оценку динамики процесса осветления осуществляли при помощи портативного турбидиметра НАСН 2100Р, позволяющего оперативно определять величину мутности (в ед. NTU). Результаты эксперимента приведены в Табл. I.

ТАБЛИЦА I

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОБНОЙ ОКЛЕЙКИ ОБЛЕПИХОВОГО ВИНОМАТЕРИАЛА (КОНТРОЛЬ)

Дозировка бентонита, г/л	Мутность, ед. NTU	Объем осадка, %
1.0	4236	4.9
1.5	3544	7.9
2.0	2975	13.4
2.5	2589	13.8
3.0	1483	16.8
3.5	740.0	22.1
4.0	373.0	26.0
4.5	146.0	28.9
5.0	69.1	30.7
5.5	27.8	33.9
6.0	24.3	34.5
6.5	22.1	37.8
7.0	20.5	39.1

Как показывают результаты, (см. Табл. I), а также визуальные наблюдения, степень осветления облепихового виноматериала недостаточна для проведения дальнейших технологических операций, к тому же образовавшийся густой осадок имеет рыхлую консистенцию и легко взмучивается, что осложняет последующую обработку.

B. Использование ультразвукового воздействия в процессе осветления виноматериала суспензией бентонита

На основании данных полученных в контрольном опыте был поставлен эксперимент по изучению влияния ультразвука низкой интенсивности на процесс осветления облепихового виноматериала. Для этого, в подготовленные цилиндры с виноматериалом 10%-ную суспензию бентонита вносили в концентрациях, аналогичных контролю. Затем содержимое цилиндров подвергали ультразвуковому воздействию при помощи аппарата «Нежность» в течение 5 минут, затем отстаивали в течение 24 часов.

Исследования показали, что после обработки ультразвуковыми колебаниями первые 2...3 часа происходит более интенсивное осветление жидкости, однако затем скорость осветления замедляется и не зависит от концентрации бентонита. Результаты пробной оклейки представлены в Табл. II. При этом стоит отметить, что такие физико-химические показатели виноматериалов, как pH, титруемая кислотность остались такими же, как и до обработки ультразвуком.

ТАБЛИЦА II

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОБНОЙ ОКЛЕЙКИ ОБЛЕПИХОВОГО ВИНОМАТЕРИАЛА С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ОБРАБОТКОЙ УЛЬТРАЗВУКОМ (ЭКСПЕРИМЕНТ №1)

Дозировка бентонита, г/л	Мутность, ед. NTU	Объем осадка, %
1.0	4465	5.9
1.5	387.0	20.8
2.0	95.4	30.6
2.5	48.8	35.1
3.0	16.5	41.4
3.5	11.6	48.2
4.0	5.90	54.4

XII Международная конференция - семинар молодых специалистов по микро- и нанотехнологиям и электронным устройствам EDM' 2011

4.5	2.79	62.1
5.0	2.47	67.3
5.5	2.41	70.1
6.0	1.92	76.7
6.5	1.76	80.9
7.0	1.72	84.5

Результаты, представленные в Табл. II, позволяют сделать вывод, что ультразвуковое воздействие интенсифицирует процесс сближения и склеивания взвешенных частиц с частицами бентонитового глинопорошка. Очевидно, что масса бентонита выше 4 г является избыточной, так как мутность изменяется незначительно.

Важно отметить, что использование ультразвукового воздействия на стадии оклеивания позволяет сократить дозу бентонита, необходимую для осветления вина в 2...2.5 раза.

Негативным результатом является увеличенное количество гущевое осадка, что осложняет выделение из него вино-материала.

Дальнейшие исследования были направлены на применение ультразвукового воздействия на стадии подготовки бентонитовой суспензии и исследовании возможности и эффективности ее применения для осветления вина.

C. Приготовление суспензии бентонита с использованием ультразвукового воздействия

В литературе имеются упоминания о возможности использования ультразвука для предварительной активации суспензии бентонита перед введением ее в осветляемый вино-материал. Для обработки суспензии использовался ультразвуковой аппарат «Волна-М», обеспечивающий высокоинтенсивное воздействие для диспергирования бентонита. Обработке подвергали 5%-ную и 10%-ную суспензию бентонита, приготовленную по принятой в отрасли методике. Время обработки составило 60 минут, при этом температура обрабатываемой среды повышалась с 15°C до 65...70°C.

Обработанные ультразвуком суспензии бентонита обладают более высокой вязкостью по сравнению с необработанными образцами соответствующих концентраций. Также было отмечено потеря склонности к расслаиванию.

D. Исследование ультразвукового воздействия в процессе осветления вино-материала суспензией бентонита, активированной в ультразвуковом поле

Полученные образцы суспензий использовали для осветления облепихового вино-материала в тех же концентрациях, что и в контрольном опыте. При этом оклеивание проводили аналогично контрольному опыту (эксперимент 2А), а также по методике эксперимента № 1 (эксперимент 2Б). Результаты пробной оклейки приведены в Табл. III и Табл. IV.

ТАБЛИЦА III

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОБНОЙ ОКЛЕЙКИ ОБЛЕПИХОВОГО ВИНМАТЕРИАЛА (ЭКСПЕРИМЕНТ № 2А)

Дозировка бентонита, г/л	Концентрация суспензии бентонита 5%		Концентрация суспензии бентонита 10%	
	Мутность, ед. NTU	Объем осадка, %	Мутность, ед. NTU	Объем осадка, %
1.0	1260	24.8	4915	0.25

1.5	964.0	29.8	4865	0.7
2.0	269.0	57.4	4475	0.7
2.5	78.68	46.41	2005	15.3
3.0	23.51	66.9	1360	20.6
3.5	13.12	59.9	3195	12.4
4.0	11.71	73.5	2180	15.0
4.5	7.49	88.0	269.0	32.5
5.0	6.13	83.9	55.3	41.5
5.5	1.66	74.9	76.8	62.7
6.0	4.38	90.8	311.0	34.0
6.5	4.85	72.6	3480	11.3
7.0	26.5	64.7	76.4	35.6

Как можно видеть, предварительная обработка суспензии бентонита неоднозначно влияет на ее осветляющие способности. Так при обработке 5%-ной суспензии, результаты оклейки можно принять удовлетворительными для концентраций бентонита от 3.5 до 6.5 г/л, а оклеивание 10%-ной активированной суспензией, не дает требуемого осветления ни в одном из вариантов, что возможно находится в прямой зависимости от изменившейся вязкости суспензии.

ТАБЛИЦА IV

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОБНОЙ ОКЛЕЙКИ ОБЛЕПИХОВОГО ВИНМАТЕРИАЛА (ЭКСПЕРИМЕНТ № 2Б)

Дозировка бентонита, г/л	Концентрация суспензии бентонита 5%		Концентрация суспензии бентонита 10%	
	Мутность, ед. NTU	Объем осадка, %	Мутность, ед. NTU	Объем осадка, %
1.0	6.15	95.5	4635	5
1.5	4.32	96.5	1.24	134
2.0	3.60	86.2	2.31	92
2.5	2.94	86.4	4.81	74
3.0	2.01	93.5	2.43	72
3.5	1.47	88.4	1.32	120
4.0	1.26	77.3	3.23	136
4.5	1.21	88.3	1.64	138
5.0	1.23	95.5	3.77	120
5.5	1.16	97.5	1.59	160
6.0	1.18	88.3	2.29	172
6.5	1.06	95.3	1.15	134
7.0	0.66	96.7	1.23	140

Результаты, представленные в Табл. IV, подтверждают положительное влияние обработки вина ультразвуком непосредственно во время оклейки. При оклеивании 5%-ной активированной суспензии, осветление начинается с дозировки 1 г/л. Уменьшение дозировки, вероятнее всего, наблюдается из-за измельчения частиц бентонитового глинопорошка в процессе активации и как следствие, увеличения общей поверхности массы бентонита. Однако большое количество осадка, и его рыхлая структура затрудняют использование данного способа в промышленных масштабах.

E. Исследование приготовления суспензии бентонита в ультразвуковом поле

Одним из недостатков промышленного использования суспензии бентонита в качестве осветляющего агента является продолжительность ее приготовления, которая составляет не менее 24 часов. Поэтому, учитывая свойства ультразвука, было решено исследовать возможность предварительной обработки водных растворов бентонита ультразвуком высокой интенсивности с целью сокращения времени

XII Международная конференция - семинар молодых специалистов по микро- и нанотехнологиям и электронным устройствам EDM' 2011

получения суспензии и возможности использования приготовленной таким образом суспензии для осветления облепихового виноматериала.

Предварительную обработку раствора бентонита проводили на ультразвуковом аппарате «Волна-М» в течение 60 минут при максимальной мощности. Во время ультразвуковой обработки температура суспензии поднималась с 15°C до 70°C.

Предварительно обработанные ультразвуком суспензии бентонита концентрацией 5% и 10% также обладали высокой вязкостью по сравнению с необработанными образцами соответствующих концентраций, однако, при хранении суспензия бентонита концентрацией 10% расслоилась.

F. Исследование осветления виноматериала суспензией бентонита приготовленной в ультразвуковом поле

Полученные образцы суспензий использовали для осветления облепихового виноматериала в тех же концентрациях, что и в контрольном опыте. При этом оклеивание проводили аналогично контрольному опыту (эксперимент 3А), а также по методике эксперимента № 1 (эксперимент 3Б). Результаты пробной оклейки приведены в Табл. V и Табл. VI.

ТАБЛИЦА V

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОБНОЙ ОКЛЕЙКИ ОБЛЕПИХОВОГО ВИНМАТЕРИАЛА (ЭКСПЕРИМЕНТ № 3А)

Дозировка бентонита, г/л	Концентрация суспензии бентонита 5%		Концентрация суспензии бентонита 10%	
	Мутность, ед. NTU	Объем осадка, %	Мутность, ед. NTU	Объем осадка, %
1.0	1347	27.6	3870	18.1
1.5	1258	31.2	3415	20.7
2.0	1102	37.6	3065	22.3
2.5	957.0	41.9	2781	25.7
3.0	422.0	57.3	2347	28.1
3.5	171.0	66.1	1671	30.4
4.0	31.5	77.2	952.0	44.2
4.5	27.8	81.2	641.0	52.9
5.0	17.4	94.3	118.6	69.2
5.5	19.2	92.0	95.2	70.7
6.0	23.8	83.8	63.4	78.6
6.5	27.6	80.9	67.2	74.6
7.0	27.9	78.3	81.6	70.12

ТАБЛИЦА VI

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОБНОЙ ОКЛЕЙКИ ОБЛЕПИХОВОГО ВИНМАТЕРИАЛА (ЭКСПЕРИМЕНТ № 3Б)

Дозировка бентонита, г/л	Концентрация суспензии бентонита 5%		Концентрация суспензии бентонита 10%	
	Мутность, ед. NTU	Объем осадка, %	Мутность, ед. NTU	Объем осадка, %
1.0	1520	27.1	2336	23.7
1.5	1069	30.2	1789	31.9
2.0	875.0	36.8	1436	37.5
2.5	688.0	42.4	1054	41.6
3.0	432.0	49.7	895.0	48.4
3.5	218.5	54.6	456.0	59.2
4.0	163.0	62.1	256.5	67.1
4.5	102.0	67.9	157.8	73.0
5.0	64.7	74.8	82.6	79.2
5.5	38.2	82.0	50.7	83.6

6.0	16.1	88.7	36.9	93.9
6.5	5.02	94.7	41.8	86.5
7.0	1.84	96.2	47.3	90.2

С экономической точки зрения необходимо, чтобы образующиеся при оклейке вин осадки бентонита были более плотными, занимали меньший объем и содержали минимальное количество жидкости. Однако как показывают результаты, предварительное озвучивание суспензии, равно и как приготовление суспензии бентонита в ультразвуковом поле не позволяет существенно уменьшить дозу бентонита при оклейке и увеличивает количество осадка. Это явление крайне нежелательно, поскольку резко возрастают потери вина, а также затраты на его извлечение из осадка бентонита.

IV. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На основании проведенных исследований выявлено следующее:

1. Ультразвуковая обработка способствует интенсификации процесса осветления облепихового виноматериала, позволяя при меньшей в 2..2.5 раза дозировке бентонита и меньшем времени отстаивания получить более высокую степень осветления.

2. Предварительная активация суспензии бентонита, в некоторых случаях, позволяет несколько уменьшить дозировку глинопорошка, необходимую для достижения минимальной мутности. Однако, при этом наблюдается увеличение объема осадка, что является нежелательным в винодельческой промышленности, так как затрудняет отделение осадка и извлечение виноматериала из него.

3. Приготовление суспензии бентонита в ультразвуковом поле не дало существенного эффекта ни с точки зрения уменьшения дозировки, ни уменьшения мутности. Возможно, это произошло вследствие избыточной обработки ультразвуком, что привело к неспецифичному изменению частиц бентонита и к ухудшению их способности к оклеиванию.

VI. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя результаты выполненных экспериментов, можно сделать вывод об эффективности и целесообразности использования ультразвуковых колебаний малой интенсивности для целей осветления облепихового виноматериала в присутствии суспензии бентонитового глинопорошка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Кузовников Ю.М., Цыганок С.Н., Хмелев С.С., Хмелев В.Н. Исследование процесса ультразвуковой коагуляции частиц бурового раствора // Исследовано в России. – 2010.
- [2] Меньшов, В.А. Проблемы рациональной технологии приготовления плодовых вин на основе облепихи / В.А. Меньшов, Л.Н. Шишкина // Виноград и вино России. – 1998. – №5. – С. 21-24.
- [3] Ратушный, Г.Д. К вопросу о применении ультразвука при оклейке вин бентонитом // Виноделие и виноградарство СССР. – 1968. – №2. – С. 16-18.
- [4] Белоконов, В.С. Об осветлении вина бентонитовыми суспензиями, обработанными ультразвуком / В.С. Белоконов, Б.С. Фридман // Виноделие и виноградарство СССР. – 1968. – №7. – С. 16-18.

