

Рис. 2. Зависимости концентрации P_2O_5 в растворах суперфосфата от соотношения масс соли и воды (1...9 — порядковые номера циклов растворения)

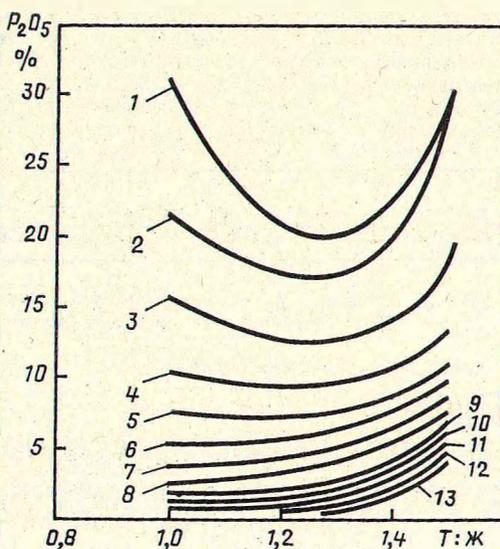


Рис. 3. Зависимости концентрации P_2O_5 в растворах двойного суперфосфата от соотношения масс соли и воды (1...13 — порядковые номера циклов растворения)

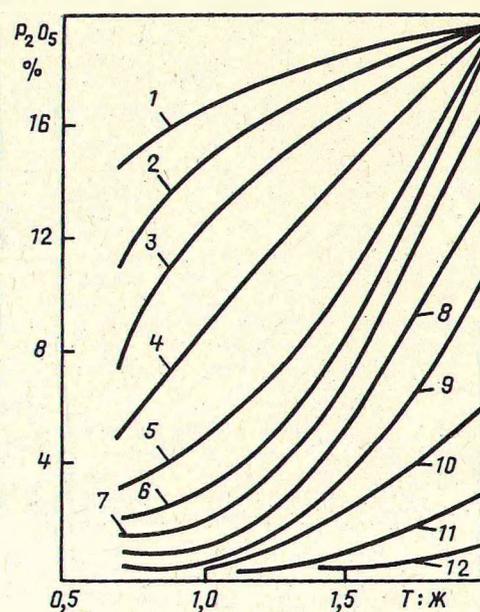


Рис. 4. Зависимости концентрации P_2O_5 в растворах аммофоса от соотношения масс соли и воды (1...12 — порядковые номера циклов растворения)

вании складов зависит от многих факторов и окончательно определяется местными условиями производства. Кривые, изображенные на рис. 2—4, позволяют прогнозировать кинетику процесса выщелачивания для любого соотношения масс соли и воды в исследованных пределах.

Например, для суспензии аммофоса (см. рис. 4) при $T:Ж=1,3$ максимальная

концентрация P_2O_5 в первом цикле приготовления раствора составит 18%, а для достижения концентрации P_2O_5 в растворе $\approx 1\%$ требуется провести 10 циклов растворения соли.

Выводы

1. Приготовление растворов на складах для жидкого хранения фосфорсодержа-

щих солей дает возможность увеличить степень выщелачивания P_2O_5 .

2. Получены экспериментальные данные, позволяющие прогнозировать кинетику процесса выщелачивания фосфора.

3. Выявлены соотношения масс соли и воды, обеспечивающие интенсивное ведение процесса выщелачивания фосфора.

В. В. ПЕЧКОВСКИЙ, доктор технических наук, А. Н. МУРАШКЕВИЧ, А. М. БОСЕНКО, кандидаты технических наук, В. В. ШЕПЕЛЕВА, инженер, Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова

УДК 630*863.5

Приготовление фосфорсодержащих растворов питательных солей с низким содержанием фтора для выращивания кормовых дрожжей

Приготовление фосфорсодержащих водных растворов для выращивания кормовых дрожжей на различных углеродсодержащих средах заключается в растворении минеральных солей в воде при температуре 50—70° С и продолжительности выщелачивания 7—8 ч с последующим осветлением суспензии. В качестве источника фосфора на некоторых заводах используют кормовые фосфаты, массовая доля фтора в которых не превышает 0,2%. Однако кормовые фосфаты дефицитны и дороги. Поэтому в микробиологической промышленности в качестве источников фосфора применяют преимущественно фосфатные туки: суперфосфат и аммофос. Содержание фтора в первом из них колеблется от 10,6 до 15,5, а в аммофосе — от 15 до 43 г на 1 кг соли [1].

Культивирование дрожжей на средах с повышенным содержанием фтора сопровождается накоплением его в биомассе. В частности, в кормовых дрожжах, выращенных с применением водных растворов аммофоса и суперфосфата, содержание фтора колеблется в значительных пределах. При повышенном содержании фтора в дрожжах доза их в рационе животных

должна снижаться. Это связано со способностью фтора аккумулироваться в организме животных, а затем переходить с пищевыми продуктами в организм человека. Накопление фтора в живых организмах приводит к тяжелым заболеваниям. Кроме того, соединения фтора — ингибиторы роста микроорганизмов, следовательно, присутствие их в питательной среде будет способствовать снижению общего выхода кормовых дрожжей [2].

Чтобы снизить содержание фтора в кормовых дрожжах, было предложено [3] обрабатывать растворы фосфорсодержащих питательных солей перед их использованием насыщенными растворами соединений щелочноземельных металлов. Образующиеся при этом нерастворимые фторсодержащие осадки удаляются.

Условия осаждения соединений фтора при приготовлении фосфорсодержащих растворов питательных солей исследовали в лаборатории, а также в дрожжевом цехе Бобруйского гидролизного завода. Состав исходных минеральных солей, используемых для приготовления водных фосфорсодержащих растворов, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Массовая доля компонентов, %								
в аммофосе (ГОСТ 18918—79)					в двойном суперфосфате гранулированном (ГОСТ 16306—75)			
P ₂ O ₅ усвоемый	P ₂ O ₅ водорастворимый	N	H ₂ O	F*	P ₂ O ₅ усвоемый	P ₂ O ₅ водорастворимый	H ₂ O	F*
50	46	11	1	0,8	42	37	4	1,1

* Приведено среднее содержание F (в использованном нами аммофосе массовая доля фтора составляла 1,2—0,4%; в суперфосфате — 1,3—0,9%).

Условия приготовления вытяжки питательных солей и одновременно ее обесфторивания в лаборатории максимально приближались к производственным. Обесфторивающим агентом служила гидроокись кальция.

Содержание фтора в фосфорсодержащих растворах питательных солей определяли согласно [4], а в кормовых дрожжах — аналогичным методом, но навеску дрожжей предварительно разлагали перекисью водорода.

Как видно из табл. 2, массовая доля фтора, перешедшего в раствор при приготовлении фосфорсодержащего раствора питательных солей из аммофоса, составляет 50—80% (опыты 1—3, табл. 2).

Таблица 2

№ опыта	Загрузка аммофоса, г	Количество H ₂ O, г	Кратность избытка СаО от стехиометрического количества	Продолжительность опыта, ч	Температура, °С	Массовая доля F в растворе, %
2	10	220	0	3,0	20	0,01250
3	10	175	0	6,0	20	0,02500
4	10	175	10	4,0	20	0,00650
5	25	437	5	6,5	20	0,00692
6	25	437	5	6,5	50	0,00588
7	25	440	5	6,5	70	0,00892
8	25	440	5	4,5	20	0,00764
9	25	440	2	7,0	20	0,00690
10	25	440	1,5	6,0	20	0,00854
11	25	440	5	7,0	70	0,00566

Примечание. В опыте № 1 массовая доля F в аммофосе составляла 1,2%, в опытах № 2 и 3 — 0,6%.

Чтобы выявить условия наиболее полного осаждения фтора, pripravляли растворы питательных солей при различных температурах, дозировках обесфторивающего агента и продолжительностях выщелачивания. При оптимальных условиях: температуре 50—70° С, продолжительности опыта 6,5—7 ч и пятикратном избытке гидроокиси кальция от стехиометрически необходимого количества — степень связывания фтора составила 85%.

Условия и результаты исследования процесса приготовления обесфторенных фосфорсодержащих вытяжек при использовании двойного суперфосфата представлены в табл. 3. В контрольном

Таблица 3

№ опыта	Загрузка суперфосфата, г	Количество H ₂ O, г	Кратность избытка СаО от стехиометрического количества	Продолжительность опыта, ч	Температура, °С	Массовая доля F в растворе, %
2	25	440	2	6,5	20	0,00360
3	20	450	2	4,5	20	0,00246
4	20	450	2	7	20	0,00266
5	20	450	1,5	5	20	0,00274
6	20	450	2	4	20	0,00240
7	20	450	—	7	20	0,01350
8	20	450	2	6	70	0,00302
9	20	450	2	6,5	70	0,00236

опыте № 7, который проведен без добавления обесфторивающего агента, степень перехода фтора в раствор составила 29%. Степень же обесфторивания вытяжки при температуре 70° С, продолжительности опыта 6,5 ч и двукратном избытке гидроокиси кальция составила 83% от количества фтора, переходящего в раствор.

Следовательно, предложенный способ позволяет снизить содержание фтора в вытяжке в 4—5 раз по сравнению с количеством его до обесфторивания.

При проведении промышленных испытаний способа получения обесфторенных кормовых дрожжей в качестве минеральной фосфорсодержащей соли использовали аммофос, по составу соответствующий приведенному в табл. 1, обесфторивающим агентом служило известковое молоко. Последнее загружали в реактор одновременно с аммофосом. Фториды кальция осаждались одновременно с нерастворимой частью аммофоса и удалялись с шламом. Режим обесфторивания в основном соответствовал заводскому режиму приготовления фосфорсодержащих растворов питательных солей. Отличие заключалось в том, что растворение солей и одновременно обесфторивание вытяжки проводили в объеме воды, вдвое меньшем необходимого, в течение 5 ч, а затем прибавляли воду до необходимого объема. Как показывают результаты анализов (табл. 4),

Таблица 4

№ опыта	Загрузка аммофоса, кг	Количество известкового молока, на 1 загрузку, м ³	Содержание СаО в известковом молоке, г/л	рН осветленных питательных солей	Содержание компонентов в осветленной питательной среде, г/л			Контроль содержания F в дрожжах, мг/кг
					P ₂ O ₅	N	F	
1	1600	0,5	80	5,00	22,80	7,40	0,066	91,0
2	1600	0,5	100	4,95	26,20	7,00	0,076	51,6
3	1600	0,5	100	4,95	25,80	6,30	0,082	88,0
4	1600	0,5	100	5,00	22,40	7,30	0,064	46,0
5	1600	0	—	3,85	25,70	7,70	0,118	270,0
6	1600	0	—	3,85	25,50	7,20	0,105	180,0

этот прием не вызвал снижения содержания фосфора и азота в готовом растворе питательных солей. При обесфторивании фосфорсодержащего раствора рН его в результате добавления известкового молока повышался до 4,95—5,0. Однако это не повлияло отрицательно на состав питательных солей, степень осаждения шлама и рост дрожжей.

Раствор питательных солей, в котором содержание фтора снизилось с 0,3—0,5 до 0,066—0,08 г/л (табл. 4), использовали при выращивании дрожжей на древесных гидролизатах. Как видно из табл. 4, содержание фтора уменьшается с 180—270 до 46—91 мг на 1 кг товарных дрожжей.

Выводы

1. Изучен процесс получения обесфторенных фосфорсодержащих водных растворов для выращивания кормовых дрожжей с использованием в качестве минеральных солей фосфатных туков — аммофоса и суперфосфата.

2. Обработка раствора питательных солей гидроокисью кальция позволяет снизить содержание фтора в растворе в 4—5 раз по сравнению с исходным его количеством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимофеева В. И., Выродова Л. П. Снижение содержания фтора в гидролизных субстратах.— Гидролизная и лесохимическая пром-сть, 1978, № 8, с. 4—5.
2. Вилли К. Биология. М., Мир, 1968, с. 808.
3. А. с. № 542761 (СССР). Способ получения питательной среды для кормовых дрожжей / В. Д. Беляев, Я. В. Эпштейн, Ю. И. Холькин и др.— Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки, 1977, № 2.
4. Методы анализа, фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. М., Химия, 1975.