

## **О возможности получения кормовых белков из сточных вод предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности**

Производственно - практический журнал «Водоснабжение и водоотведение» -No1 февраль 2016г., С.36 – 42

Колесников В.П., д.т.н. (ООО «Экосистема–Н», г. Ростов-на-Дону), Ксенофонтов Б.С., д.т.н. (НИИЭМ МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва), Худокормов А.А., к.б.н. (Кубанский государственный университет, г. Краснодар), Российская Федерация.

Назаренко И.И., д.т.н., (КНУБА, г. Киев), Шаляпина Т.С., к.т.н. (ООО «Харьковская инженерная компания»), Украина.

### ***Состояние вопроса***

Хронический белковый голод - одна из социально значимых проблем сегодняшнего мира. Ежегодный дефицит пищевого белка, в Украине составляет 350 000 тонн, в России - более 1 000 000 тонн. В Украине потребление мясной продукции в 2014 году составило 56,1 кг (при физиологической норме – 80 кг), в России - 76 кг; в Европе – 100 кг; в США - 119 кг. Импортная зависимость Украины по мясу превышает 40 %, а продовольственная безопасность считается обеспеченной при доле собственного производства мяса и мясопродуктов в 85 %. Развитие животноводства в Украине сдерживается тем, что 90 % всех кормовых рационов состоит из фуражного зерна с низким содержанием белка, недостаточно богатого по аминокислотному составу и, в частности, лизину, в отличие от бобовых, особенно сои. Расход зерна на тонну комбикормов в 2 раза выше, чем в Европе.

### ***Инновационный подход к получению белков (БВК)***

В основу предлагаемого инновационного подхода к получению белково-витаминных концентратов положен хорошо известный в области водоотведения метод биологической очистки сточных вод при помощи разработанных профессором Колесниковым В.П. комбинированных сооружений. Разработанные на основе комбинированных сооружений биохимические установки (БХУ), в состоянии обеспечить рентабельность процесса переработки отходов большинства пищевых предприятий в кормовые белки. БХУ могут быть изготовлены в модульном исполнении, что позволяет размещать их на ограниченных площадях существующих пищевых производств, птицефабрик, свинокомплексов, ферм КРС и т.п.

Комбинированные сооружения состоят из двух основных технологических узлов – биофильтров и расположенных под ними аэротенков-отстойников. Для обеспечения биологического процесса биодegradации органических и биотрансформации неорганических поллютантов кислородом и поддержания ила в аэрационной зоне аэротенка отстойника во взвешенном состоянии применена водоструйная аэрация. В состав сооружений входят также камера смешения и циркуляционные насосы.

На рис. 1 представлена схема таких комбинированных сооружений.

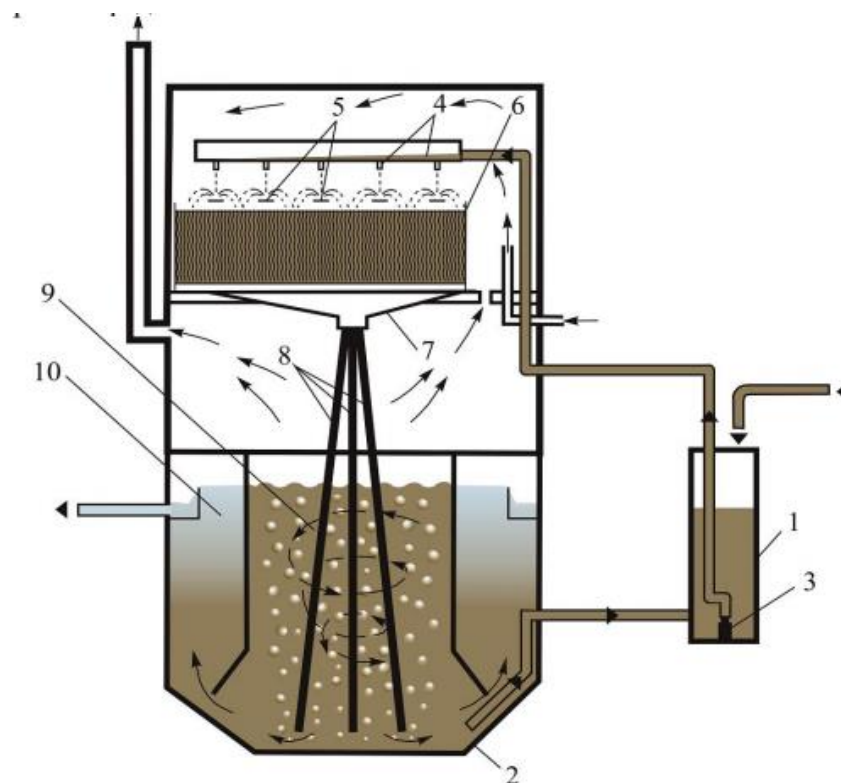


Рис.1. Схема комбинированных очистных сооружений (КС)

Сточные воды после предварительной механической очистки (отделение грубодисперсных взвесей и песка) направляются в камеру смешения (1), в которой происходит смешение сточных вод с иловой жидкостью, поступающей из аэротенка-отстойника (2). Из камеры смешения смесь сточных вод с илом подается циркуляционным насосом (3) в систему орошения биофильтра, которая состоит из водораспределительных лотков со сливными патрубками (4) и отражательных дисков (5). Падающие струи жидкости дробятся на дисках и орошают плоскостную загрузку биофильтра (6). Жидкость, прошедшая через биофильтр, собирается поддоном (7) и по аэрационным колоннам (8) направляется в аэрационную зону аэротенка-отстойника (9). При движении жидкости по аэрационной колонне в ней формируется зона пониженного давления. В верхней части колонны образуется вихревая воронка, в которую вовлекается воздух ( $0,5 - 0,6 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ), и формируется водовоздушная эмульсия. Образовавшаяся в колонне газожидкостная смесь выходит из нижней части колонны в виде факела высотой  $0,5 - 0,7 \text{ м}$ . Специфическое расположение колонн в аэрационной зоне (различные углы наклона труб, расстояния от нижних концов колонн до днища  $0,2 - 0,4 \text{ м}$ ) способствует равномерному ударному воздействию водовоздушных струй по днищу зоны, которое наряду с всплывающими пузырьками воздуха формирует движение газожидкостных потоков и обеспечивает эффективное перемешивание иловой смеси в аэрационной зоне. Из зоны аэрации иловая смесь поступает в зоны отстаивания (10), в которых происходит ее разделение. Основная часть ила уплотняется и через щели между зонами аэрации и отстаивания, возвращается в зону аэрации, другая часть ила увлекается восходящим потоком очищенных вод и образует в зоне отстаивания слой взвешенного ила, задерживающего мелкие частицы загрязнений и ила.

Насыщение обрабатываемой сточной жидкости кислородом осуществляется комбинированным способом: - растворением кислорода воздуха в смеси сточных вод и ила в период орошения загрузки биофильтра; - в результате массообменного переноса между фазами газ – жидкость при пленочном истечении жидкости по поверхности плоскостной загрузки биофильтра; - насыщением обрабатываемой жидкости в аэротенке кислородом воздуха за счет дополнительного растворения кислорода в аэрационных колоннах и массопередачи при подъеме пузырьков воздуха.

Новое биотехнологическое оборудование (ферментеры), разработанное на основе изложенных решений, обеспечит рентабельность процесса переработки отходов большинства пищевых предприятий в кормовые белки. Это достигается за счет стабильности технологического режима работы ферментеров: длительного сохранения активной биомассы при перерывах в работе; устойчивости биомассы насадочной части КС к временным перегрузкам и недогрузкам по органическому субстрату и быстрому восстановлению активности биомассы в барботажной части при различных отклонениях в технологическом режиме. В свою очередь, упрощается химико-аналитический контроль. Рациональность процесса повышается за счет сокращения расхода электроэнергии в 2 - 3 раза и надежности основного оборудования (низконапорных циркуляционных насосов). Площадь, на которой размещается новое оборудование, значительно меньше площади, занимаемой традиционным биотехнологическим оборудованием, что позволяет размещать его на ограниченных площадях существующих пищевых производств. Наконец становится рентабельным включение биотехнологического оборудования для получения кормовых белков в состав оборудования птицефабрик, свинокомплексов и ферм КРС.

#### ***Получение кормовых белков на пищевых предприятиях.***

Предлагаемые технологические решения позволяют получать белково - витаминные концентраты непосредственно из сточных вод предприятий пищевой промышленности (молокозаводов, мясоперерабатывающих комбинатов, спиртзаводов, дрожжевых заводов, хлебокомбинатов, кондитерских фабрик, маслозаводов и др.), предприятий агропромышленного комплекса (птицефабрик, ферм по выращиванию крупного рогатого скота, свинокомплексов и др.), предприятий по получению биоэтанола, предприятий целлюлозно - бумажной промышленности и др. Жидкие отходы этих предприятий содержат полезные органические вещества естественного происхождения, которые могут быть использованы в качестве субстратов для культивирования биомассы одноклеточных микроорганизмов которые являются сырьем для получения кормовых добавок и других биологически активных веществ. Кроме того, предлагаемая технология позволяет решить проблему загрязнения окружающей среды производственными отходами, количество которых только для одного типового завода по производству этанола мощностью 42 000 дал/сутки ежедневно составляет 4 500 – 5 000 тонн жидкой барды (при получении спирта (этанола) из зернового сырья её образуется более 13 м<sup>3</sup> на 1 тонну зерна).

#### ***Получение БВК из сточных вод предприятий пищевой промышленности***

Получение кормовых белков на предприятиях пищевой промышленности основано на опыте проектирования, строительства и эксплуатации БХУ, разработанной на базе очистных сооружений канализации кондитерского цеха. Технологическая схема очистки концентрированных сточных вод с расходом 200 м<sup>3</sup>/сутки концентрациями загрязнений

по БПКп 1200 – 1600 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, взвешенным веществам – 1500 – 1800 мг/дм<sup>3</sup>, жирам – 300 мг/дм<sup>3</sup> представлена на рис. 1.

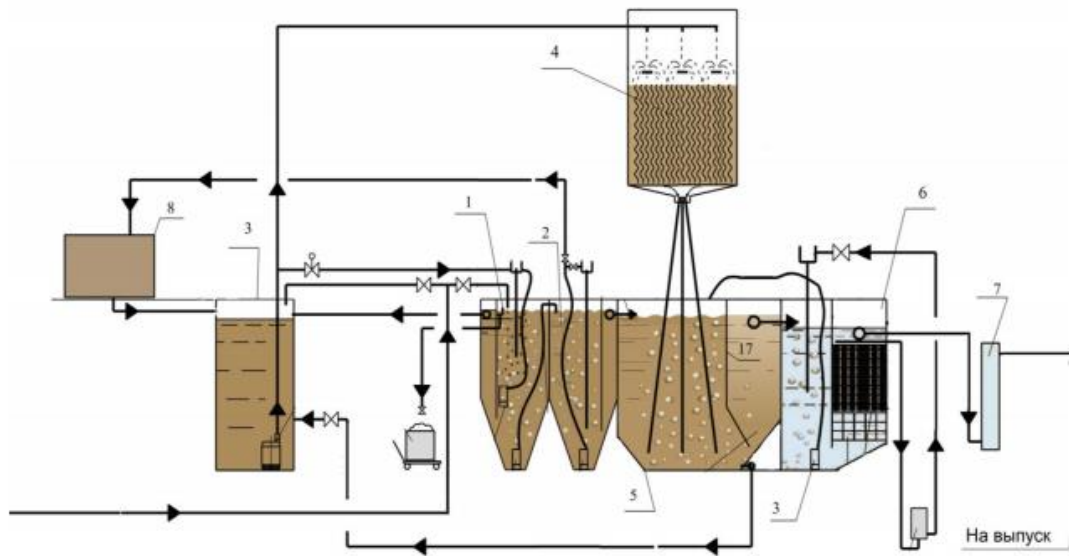


Рис. 1. Технологическая схема переработки жидких отходов кондитерского цеха с целью получения БВК.

Производственные воды предприятия после жироловок самотеком поступают в канализационную насосную станцию, откуда насосами подаются в Блок очистных сооружений.



Здание ОСК



Биокоагулятор и илоуплотнитель



Камера смешения с циркуляционными насосами



Биофильтр



Аэротенк-отстойник



Биореактор доочистки

Рис. 3. Очистные сооружения канализации кондитерского цеха, где проводились исследования по получению кормовых белков

Жидкие отходы вначале поступают в биокоагуляторы (1), куда автоматически подается также жидкость с избыточным активным илом (доза ила 4 - 6 г/дм<sup>3</sup>) из комбинированных сооружений. В биокоагуляторах происходит осаждение взвешенных веществ и за счет флотации отделение жиров (эффект до 70%), а также изъятие до 30% взвешенных и растворенных органических соединений за счет сорбционных свойств, выводимой активной биомассы. Жидкость и избыточный ил поступают в приемную камеру водоструйного аэратора, установленного в биокоагуляторе (1). В биокоагуляторе колонны опущены в камеру флокуляции, где происходит контакт активного ила с поступившей жидкостью. Продолжительность контакта ила с водой в камере флокуляции составляет 60 мин. За счет понижения температуры и флотации происходит всплытие остаточного жира. Из камеры флокуляции иловая смесь через расширительный конус поступает в отстойную зону (где образуется взвешенный слой осадка) и происходит разделение фаз. Отстоянная вода отводится по лоткам в комбинированные сооружения. Смесь осадка и ила осаждается в иловом приямке. Удаление осадка из приямка осуществляется насосом в илонакопитель-биореактор (2). Илонакопитель оборудован циркуляционным насосом с водоструйным аэратором. В биокоагуляторе и илонакопителе-биореакторе за время пребывания 30 – 50 часов происходит дальнейшая трансформация сорбированных органических загрязнений. Всплывающие в камере флокуляции жиры (и др. загрязнения) отводятся в баки отбросов и затем периодически (по мере заполнения) вывозятся на свалку.

Из биокоагуляторов (1) частично осветленная жидкость самотеком поступает в камеру смешения КС (3). В камере смешения она смешивается с циркулирующей иловой смесью, поступающей из аэротенков-отстойников.

Из камеры смешения смесь забирается циркуляционными насосами и подается в системы орошения биофильтров. Прошедшая через биофильтры (4) жидкость направляется сборными поддонами к аэрационным колоннам, в которых происходит засасывание воздуха (0,5 - 0,6 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>), вследствие возникновения вихревых воронок. Аэрационными колоннами водовоздушная смесь распределяется по аэрационной зоне аэротенков (5). Из зон аэрации иловая смесь поступает в зоны отстаивания, где она разделяется. Избыточный ил направляется в биокоагуляторы. Очищенная в КС вода собирается сборными лотками и направляется самотеком в биореакторы доочистки (6) с искусственной загрузкой. Из биореакторов очищенная вода поступает на установку УФ-обеззараживания (7). Избыточный активный ил накапливается в двух илонакопителях-биореакторах (3) и при помощи погружных насосов, установленных на дне илонакопителей-биореакторов, подается на обезвоживание в установку с мешочными фильтрами (8).

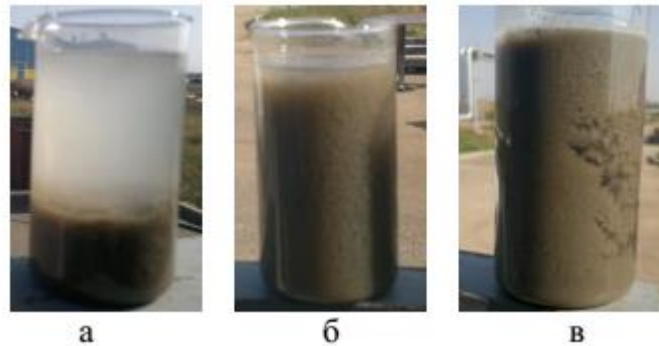


Рис. 4. Активный ил: а – биокоагулятор; б – аэротенк-отстойник; в – илонакопитель-биореактор.

Количество избыточного ила в соответствии с его приростом составляет по беззольной части  $0,6 \times 1200 \text{ мгБПК/л} = 720 \text{ мгБПК/л} \rightarrow 720 \text{ гБПК/м}^3$  или  $1000 \text{ гБПК/м}^3$  по сухому продукту. Суточное количество по сухому продукту составляет  $200 \text{ кгБПК/сут}$ . В связи с тем, что очистные сооружения расположены на расстоянии 40 м от производственных зданий, использованный воздух вентиляторами направляется в фотохимический реактор, в котором производится обеззараживание и дезодорация проходящего воздуха.

При переходе на бактериальные продуценты (бражка, осадок спиртовых, крахмаллопаточных заводов, пивзаводов и т.д., потребуется экспериментально уточнить: необходимо ли разбавлять барду перед подачей в КС или же достаточно полное изъятие органических веществ будет обеспечиваться без разбавления (поскольку это нежелательно, так как увеличивает затраты). Дело в том, что, исходя из концентрации растворенных органических веществ в барде и экономического коэффициента их преобразования в биомассу, ожидаемая концентрация естественного прироста биомассы составит  $20\text{-}30 \text{ кг/м}^3$  по сухим веществам. Это намного превосходит реально достигнутые значения рабочей концентрации биомассы в серийных (эрлифтных) дрожжерастильных аппаратах при культивировании дрожжевых продуцентов — около  $6\text{-}8 \text{ кг/м}^3$  по сухим веществам. Однако, следует принять во внимание, что удельная потребность дрожжевых продуцентов в кислороде на синтез биомассы значительно выше, чем у бактериальных ассоциаций, поскольку в дрожжевых ассоциациях преобладают облигатные аэробы, в то время как в бактериальных в сопоставимых количествах присутствуют и факультативные анаэробы, и микроаэрофилы, потребляющие очень мало кислорода. При этом сами бактериальные ассоциации и типы взаимоотношений между видами в них значительно разнообразнее, чем в дрожжевых ассоциациях, что также должно способствовать минимизации удельного потребления кислорода на синтез биомассы, а, следовательно, достижению более высокой концентрации биомассы в КС, чем при культивировании дрожжей в дрожжерастильных аппаратах. Другим подтверждением возможности культивирования бактериальных ассоциаций в КС при высоких рабочих концентрациях является то, что рабочая концентрация микроорганизмов в аппарате примерно в 30 раз превышает концентрацию естественного прироста биомассы (рассчитываемую исходя из содержания органических веществ в жидких отходах и удельного выхода биомассы). Это обеспечивается постоянным возвратом части биомассы, выделенной из суспензии, в КС. Это же создает возможность выделять биомассу из суспензии путем отстаивания.

Следовательно, при переходе на культивирование бактериальных ассоциаций из состава оборудования появляется возможность исключения дорогих и сложных в эксплуатации дрожжевых сепараторов, а также отказаться от очистки барды от взвешенных веществ. Ожидаемая концентрация суспензий после КС составит: при переработке мелассно-спиртовой барды до 30 кг/м<sup>3</sup>, а для зерновой барды около 50 кг/м<sup>3</sup> (включая дробину); после сгущения в отстойной зоне можно ожидать удвоения концентрации (как это имеет место при отделении активного ила во вторичных отстойниках станций биологической очистки сточных вод). Дальнейшее концентрирование биомассы возможно с применением флокулянтов и использованием центрифуг и фильтр-прессов до получения остаточной влажности ≈70% с последующим его обезвоживанием.

Развитие сети комбикормовых заводов, комбикормовых цехов на животноводческих предприятиях позволяет отказаться от наиболее дорогостоящего процесса – сушки полученной биомассы. В этом случае сгущенную или обезвоженную биомассу предлагается направлять на смешение с сухими кормами непосредственно в установках для приготовления комбикормовых смесей. Главным достоинством такого решения является обеспечение сохранности кормового белка. Вместе с тем при ориентации на развитие бактериальных ассоциаций возможен рост паразитарной микрофлоры, для предотвращения её роста наиболее целесообразно применение на различных стадиях технологического процесса озоновых технологий. Озонаторные установки могут монтироваться в перекачивающих насосных станциях; озон может подаваться в илонакопители-биореакторы перед началом процесса обезвоживания и транспортировки биомассы. Повышенная концентрация озона в илонакопителях-биореакторах обеспечит также ингибирование биохимических процессов и, следовательно, сохранение ценности кормового белка.

Полученная в БХУ бактериальная биомасса, в основном образована одноклеточными организмами. По содержанию белка она близка к белково - витаминным концентратам (БВК), которые получают культивированием дрожжей рода *Candida* на различных субстратах (табл.1).

Таблица 1. Компонентный состав биомассы, полученного в БХУ и некоторых кормовых препаратов, %.

<i>Компоненты</i>	<i>Биомасса</i>	<i>БВК</i>	<i>Препарат КМБ-12</i>	<i>Мясокостная мука</i>	<i>Рыбная мука обезжиренная</i>	<i>Шрот подсолнечника</i>	<i>Горох</i>	<i>Ячмень</i>
<i>Сухое вещество</i>	87,4	88,5	93,0	91,8	94,0	87,0	87,0	87,0
<i>Органическое вещество</i>	61,8	80,2	54,3	58,3	68,3	81,0	84,4	84,0
<i>Протеин</i>	<b>49,7</b>	<b>44,6</b>	<b>30,9</b>	<b>37,2</b>	<b>59,4</b>	<b>38,9</b>	<b>21,7</b>	<b>10,9</b>
<i>Жир</i>	1,4	0,5	0,8	14,4	1,9	2,5	1,5	5,4
<i>Клетчатка</i>	9,5	1,5	6,6	-	-	15,2	4,3	5,2
<i>БЭВ</i>	39,4	53,4	61,7	48,4	38,7	43,4	72,5	78,5
<i>Зола</i>	15,6	8,3	38,7	32,9	25,7	6,0	2,6	3,0

В таблице 1 приведен состав биомассы, полученного в БХУ. По сравнению с биомассой кормовых дрожжей полученная биомасса содержит меньше углеводов, жироподобных веществ, несколько больше золы. Согласно таблице 1 бактериальная биомасса аэробного сообщества мало отличаются по составу от БВК (белково-витаминных кормов). По концентрации сухого вещества получаемая в БХУ биомасса сходна с кормовыми дрожжами и растительными кормами, по содержанию протеина она превосходит мясокостную муку на 12,5%; подсолнечниковый шрот на 10,8%; горох на 28%; ячмень на 38,8%; препарат КБМ на 18,8%. Содержание жира в иле близко к содержанию жира в рыбной обезжиренной муке, горохе. Количество безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) в иле несколько уступает ячменю, гороху и кормовым дрожжам.

Полученный бактериальный протеин представляет собой полноценный по аминокислотному набору продукт. В таблице 2 приведен аминокислотный состав полученной биомассы, кормовых дрожжей и говяжьего мяса. Сравнение показывает практически полное соответствие содержания незаменимых аминокислот в биомассе и мясе.

Таблица 2. Аминокислотный состав биомассы, кормовых дрожжей и говяжьего мяса, % к белку

<b>Аминокислоты</b>	<b>Биомасса</b>	<b>Кормовые дрожжи</b>	<b>Говяжье мясо</b>
<b>Аланин</b>	6,35	-	6,4
<b>Аргинин</b>	6,73	3,6	6,6
<b>Аспаргиновая</b>	7,81	-	8,8
<b>Валин</b>	5,22	1,8	5,7
<b>Гистидин</b>	2,2	2,5	2,9
<b>Глицин</b>	5,14	-	7,1
<b>Глутаминовая</b>	12,68	-	14,4
<b>Изолейцин</b>	4,8	6,0	5,1
<b>Лейцин</b>	6,0	10,0	8,4
<b>Лизин</b>	7,08	6,0	8,4
<b>Метионин</b>	2,3	1,5	2,3
<b>Серин</b>	6,62	-	3,8
<b>Тирозин</b>	3,22	1,2	3,2
<b>Треонин</b>	3,74	2,7	4,0
<b>Триптофан</b>	1,31	1,9	1,1
<b>Фенилаланин</b>	4,58	1,4	4,0
<b>Цистеин</b>	1,38	1,3	1,4

По другим данным, на 1 г сухого вещества биомассы (25 - 47 % белка) приходится до 4,2 мг цистеина, 22,4 - лизина и гистидина, 14,6 - аргинина, 31,4 - аспарагиновой кислоты, 50,1 - глицина и глутаминовой кислоты, 10,8 - тирозина, 27,8 - метионина и валина, 26,5 мг фенилаланина. Содержание витаминов, особенно витамина В12, в сухой биомассе по некоторым показателям превышает их содержание в кормовых дрожжах (табл. 3). Полноценный аминокислотный и богатый витаминный состав активного ила свидетельствует о его пригодности к использованию в качестве кормовой добавки.



Таблица 3. Витаминный состав биомассы и кормовых дрожжей мкг из 1 грамма абсолютно сухого вещества (АСВ)

<i>Витамины</i>	<i>Биомасса</i>	<i>Кормовые дрожжи</i>
<i>Тиамин (B1)</i>	4 - 12	10 - 20
<i>Рибофлавин (B2)</i>	5 - 100	43 - 127
<i>Пиридоферментёрахин (B6)</i>	7 - 18	8 - 19
<i>Цианкобаламин (B12)</i>	8 - 15	0,08
<i>Ниацин (PP)</i>	15 - 58	215 – 256
<i>Фолиевая кислота (B9)</i>	12 - 42	7 - 35

Получаемая при переработке жидких отходов пищевых производств биомасса, может содержать 40 - 55% белка по сухому веществу, а по аминокислотному составу он близок к мясу и соевой муке, что обеспечивает такое же увеличение массы животных что и при использовании традиционного белкового корма. Использование биомассы в количестве 3 - 5% к рациону крупного рогатого скота способно обеспечить прибавку в весе до 20%.

#### **Экономическая эффективность получения кормовых белков**

Для оценки экономической целесообразности получения кормовых белков из жидких отходов предприятий пищевой промышленности была оценена себестоимость получения 1 кг протеина (по сухому веществу) и масса получаемой продукции. При расчете массы производимой продукции принят коэффициент суточного прироста биомассы от массы исходных органических веществ равным 0,4 и содержание протеина в культуральной биомассе – 45 %. Добавка биогенных элементов повышает прирост протеина на 15 – 30 %. Для расчета принят коэффициент 1,2.

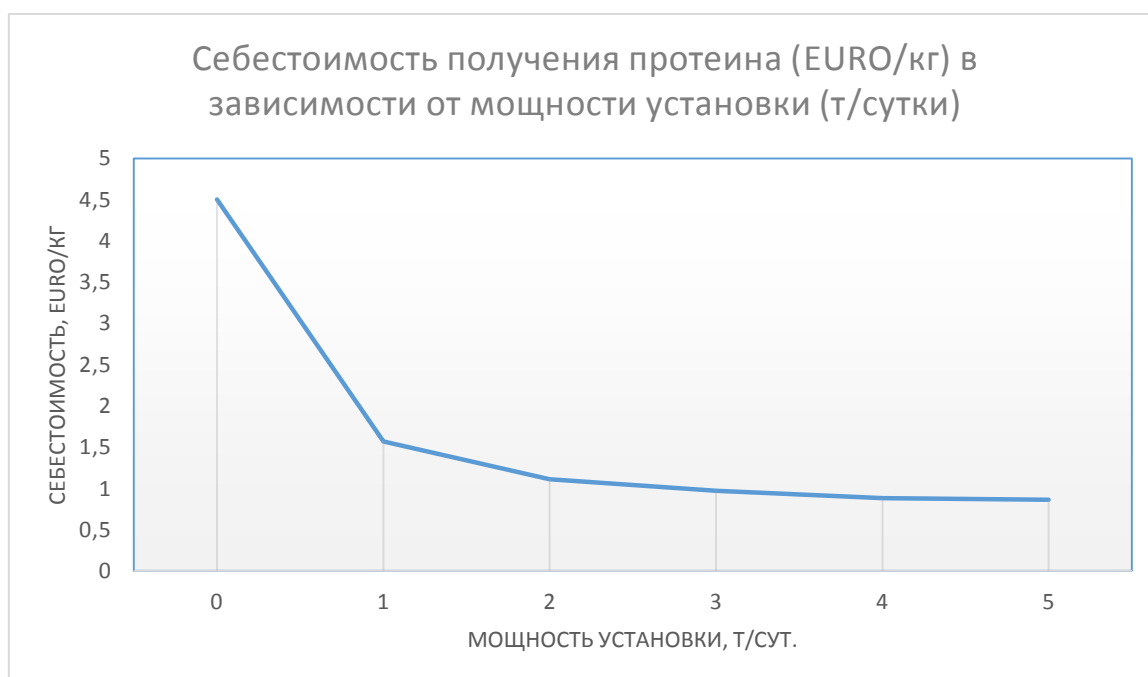


Рис. 3. Оценка экономической целесообразности получения питательной биомассы из сточных вод предприятий пищевой промышленности

Минимальный диапазон применения биохимических установок (БХУ) для получения протеина начинается при объеме жидких отходов не менее 200 м<sup>3</sup>/сут. и концентрации органических веществ по БПКп – 2000 мг/л, т.е. масса получаемого протеина должна быть в пределах 70 кг/сут. При этом должна существовать возможность использования полученной биомассы с влажностью 80 % в комбикормовых заводах (цехах) без сушки и расфасовки. Получаемый доход компенсирует затраты на эксплуатацию биохимической установки, и отпадает необходимость оплаты за сброс концентрированных органических загрязнений в централизованные системы канализования. Так как коммерческая цена продаваемых кормовых белков с содержанием протеина 80 – 96 % колеблется в пределах EURO (4,0 ... 5,0), то при себестоимости 1 кг продукции (по сухому веществу - протеину) в пределах EURO (2,0 ... 1) возникнет взаимная заинтересованность у предприятий пищевой промышленности и у агрокомплексов в производстве кормовых белков и их использования в выращивании животноводческой продукции. Энергозатраты на получение 1 кг протеина составляют 2,1 – 1,1 кВт/кг, тогда как этот показатель в существующих БХЗ более 3 кВт/кг.

Предлагаемая технология получения кормовых белков имеет высокую надежность технологического режима работы, так:

- ✓ при перерывах в работе комбинированных сооружений происходит быстрое восстановление активной микрофлоры в аэротенках за счет длительного сохранения жизнедеятельности биоценоза в биофильтрах (двое суток и более), тогда как в обычных ферментерах при перерывах в работе более 3-х часов восстановление активной микрофлоры происходит в течение 10 - 15 дней;
- ✓ в качестве основного электромеханического оборудования в сооружениях биологической очистки используются надежные низконапорные насосы с автоматическим переключением рабочих и резервных агрегатов при поломках и перерывах в работе, тогда как в существующих ферментерах используется компрессорное оборудование с числом оборотов 2900 в минуту и непрерывно работающие механические мешалки;
- ✓ ферментеры в виде комбинированных сооружений представляют собой реакторы идеального смешения: жидкость с субстратом вначале смешивается с активной биомассой в камере смешения, затем контактирует с биоценозом биофильтров, потом равномерно вводится и перемешивается со всем объемом аэрационной зоны и под конец фильтруется через слой взвешенного ила, находящегося в отстойной зоне, что исключает проскок неиспользованного субстрата и обеспечивает эффект сорбции и метаболизма субстрата.

Высокая надежность технологического оборудования (применение низконапорных насосов), а также минимальное количество электромеханического оборудования в технологической схеме и автоматизация режимов работы позволяет сократить численность обслуживающего персонала в сравнении с существующими биохимзаводами (БХЗ) на 30 %.

Предлагаемые технологические решения обеспечивают сокращение расхода электроэнергии в процессе получения кормовых белков. Удельный расход электроэнергии в оптимальном диапазоне производительностей составляет 2,1 – 1,1

кВт/кг получаемого протеина, что в 1,5 – 2 раза меньше, чем при получении кормовых белков на существующих БХЗ.

Применённые проектные решения позволяют разместить предлагаемый вашему вниманию технологический комплекс на ограниченных площадях существующих предприятий пищевой промышленности. Разработанная технология УФ обеззараживания и дезодорации воздуха обеспечивает сокращение зоны санитарной защиты до 50 м, что также положительно сказывается на возможности размещения производства БВК в густонаселённых районах. Кроме того, технология извлечения из сточных вод питания биомассы автоматически решает проблему утилизации сточных вод, которые обладают специфическим запахом и содержат трудноразлагаемые вещества.

### ***Патентная чистота***

Предлагаемые технические и технологические решения защищены рядом патентов, в том числе: патентами РФ №№ 1020379....2390503, 2422379, 2440932; США 8,685,235В2; Израиля № 27/01/03/2015; заявками Канады; Аргентины 20110100172, Бразилии Р1103172, Китая 201110069244.1; Индии МUMNP|2010; Австралии AU2010224357, стран ЕС 10015854.2/ EP10015854, Украины 201104106/1, странах СНГ 201100002; Египта 1497/2012; Турции 2012/09197, Саудовской Аравии 112330945, ЮАР 2012/04073, которые позволяют изменить подход к проблеме получения кормовых белков.