

# Processing of tobacco stems to produce protein products

Samieva J.

## Переработка стеблей табака для получения белковых продуктов

Самиева Ж. Т.

*Самиева Жыргал Токтогуловна / Samieva Jyrgal - кандидат сельскохозяйственных наук, декан, факультет высшего образования, Узгенский институт технологии и образования, Ошский технологический университет, г. Узген, Кыргызская Республика*

**Аннотация:** рассмотрены возможности получения из отходов табака (стеблей) растительного пищевого белка. Изложены известные способы его получения и на основе их анализа предложен новый способ получения белка, упрощающий технологический процесс, при высоком выходе качественного продукта.

**Abstract:** the possibilities of receiving waste of tobacco (stalks) from vegetable food protein are considered. The known ways of its receiving are stated and on the basis of their analysis the new way of receiving protein simplifying technological process at a high exit of a qualitative product is offered.

**Ключевые слова:** табачные стебли, растительное сырье, белки, фурфурол, суррогат, никотин, зола, алкалоиды, экстракция, измельчение.

**Keywords:** tobacco stalks, vegetable raw materials, proteins, furfural, substitute, nicotine, ashes, alkaloids, extraction, crushing.

По утверждению авторов [1], в условиях Кыргызстана съем сырых стеблей табака составит около 560 тыс. тонн, что позволит получить свыше 50 тонн суммы алкалоидов, 1500 тонн экстрактивных веществ. Эти отходы содержат значительное количество индивидуальных соединений, что можно использовать их в качестве технического сырья для получения ряда химических веществ, таких как алкалоиды, белки, липиды и другие [2].

Вопрос об использовании табачных стеблей интересовал исследователей уже давно [2-6]. Так в свое время, предполагалось применять измельченные стебли табака в качестве суррогатной примеси к табачным мешкам [4]. Химическое исследование табачных стеблей, взятых из различных районов [3], позволило сделать заключение, что применение бодыля в качестве суррогатной примеси к табачным мешкам вполне приемлемо и целесообразно.

Дальнейшие исследования [6], произведенные в Ленинградской лаборатории, имевшие целью учесть экономический эффект такого суррогатирования, привели к отрицательному выводу, сводящемуся к тому, что добавка стебля к табачным мешкам совершенно нецелесообразна, так как не дает экономии расхода табака, но вместе с тем обуславливает увеличение потерь в производстве. Кроме того, в самом производстве создались определенные затруднения, связанные с крошкой сравнительно грубого, одревесневшего табака.

Следующей попыткой является выяснение возможного использования табачных стеблей для получения фурфурола. Соответствующее исследование, проведенное Шмуком А. А. [5], привело также к отрицательному выводу, так как лабораторные опыты показали низкий выход фурфурола порядка 4,5-9,0% от веса стебля, что, безусловно, является нерентабельным для промышленного использования данного сырья. В 1980 году в Северной Каролине (США) фирмой «Лиф протейн инкорпорейшн» была построена первая в Соединенных Штатах Америки опытно-промышленная установка по переработке свежесобранных табачных растений для получения растительного белка и сырья для производства сигарет. В течение двух лет проводились крупномасштабные эксперименты, в результате которых была произведена оценка возможности промышленной переработки растительной массы, производительности оборудования и рентабельности предполагаемого промышленного предприятия.

Фирма запатентовала метод выделения растительного протеина путем измельчения табачных листьев, отжатия сока растений, коагуляции и выделения фракций I и II табачного белка. Принципиальной новизны в классическую схему переработки растительной массы на белок фирма не внесла, если не считать предложения об использовании освобожденного белка табачного жома для производства сигарет. М. Бернон [7] приводит данные о выходе и стоимости основной продукции (табл. 1).

Таблица 1. Продукты переработки табака (из 100 тонн свежесобранной растительной массы) [7]

Продукция	Сухой вес, в кг	Стоимость, в долларах
Белок (фракция -1)	400	1602
Белок (фракция 2)	200	200
Каратиноиды	10	2503
Протеин+крахмал (эквивалент сои)	3000	477
Волокнистая масса (на курительные цели)	8845	5841
Сыворотка	2336	-

	Итого	10623
--	-------	-------

Большой интерес представляет предложение фирмы «Лиф протеин инкорпорейшн» о культивировании табака методом «густого посева», который позволяет повысить выход протеина с 1 га пашни. Согласно этому методу на 1 га пашни высевается более 100 тысяч растений, затем выросшие растения срезаются на высоте 10 см от земли и отправляются на переработку, а оставшиеся части растений через 5-6 недель дают новый урожай. За вегетационный период, возможно, осуществить 3-4 резки. Цена продукции переработки табака, получаемого с одного гектара, достигает 15 тысяч долларов, а при переработке 100 тыс. тонн свежей растительной массы прибыль составит не менее 10 миллионов долларов в год.

По словам авторов, работой заинтересовались промышленные фирмы Италии, Индонезии, Китая, Франции. Однако с момента публикации сообщения [7] новых сведений о дальнейшей разработке в этой области не было опубликовано.

Индийские ученые сообщили в 1983 году [8] о разработанной ими технологии переработки отходов табаководства. Основными продуктами переработки являются никотин, табачный белок двух фракций, соланесол, экстракты органических кислот. Следует позаимствовать их опыт в отношении использования некоторых продуктов переработки. Так, например, указывая на большие технологические трудности в выделении органических кислот – яблочной, лимонной и щавелевой, - индийские ученые рекомендуют использовать «грубые экстракты», содержащие указанные кислоты, в качестве компонентов удобрений для сельского хозяйства. Предполагается, что введение экстрактов в комплексные удобрения обеспечит более длительное удерживание фосфорных компонентов в почве за счет эффекта хелатирования органических кислот с ионами железа и алюминия.

Они рекомендуют также использовать гексановые экстракты табака (липидные концентраты) для торможения роста боковых побегов табачных растений. Заслуживают внимания данные о динамике накопления белка, никотина и соланесола в разных органах растений и их вывод о том, что незрелые листья являются хорошим источником белка и соланесола.

Химические вещества распределяются по длине стебля неравномерно. Наибольшее количество алкалоидов содержится в верхней части стебля, спирторастворимых (экстрагент - этанол) – в коробочках с семенами (таблица 2).

После окончания ломки табачного листа, на 1 га поля остается до 80-85 тыс. штук стеблей с 3-4 мелкими верхними листочками и соцветиями с семенами. Эти отходы содержат значительное количество химических соединений, что позволяет предложить их в качестве технического сырья для получения различных веществ, таких как алкалоиды, белки, липиды и др. [9, 10], а также масло из семян табака [11-16].

Из-за высокого содержания влаги стебли табака, заготавливаемые осенью после ломки листа и сложенные в бурты, быстро плесневеют и загнивают, в результате чего происходит изменение химического состава. Для предотвращения этого необходима консервация. Наиболее приемлемый способ сушки стеблей до воздушно-сухого состояния в естественных условиях, на что требуется значительное время – от 20 до 25 дней. Для уменьшения длительности сушки стебли необходимо измельчать на кормоуборочном комбайне (например, Е-281-С) или же на прицепном силосоуборочном комбайне КСС-2,6.

Таблица 2. Химическая характеристика свежесобранных табачных стеблей (сорт Дюбек 44-07, НПСХК «Тамеки», 2010)

Части стебля	Содержание, % на воздушно-сухой вес			
	Влага	Зола	Алкалоиды	Экстрактивные вещества
соцветия	66,1	13,1	0,01	26,7
Верхняя часть (150 см)	64,9	13,8	1,31	21,7
Средняя часть (100 см)	67,0	11,1	0,64	22,1
Нижняя часть (30 см)	66,1	9,1	0,31	16,3
Смесь всех частей	66,0	12,0	0,59	21,7
Семена	6,0	4,4	0,002	-

Последнее предпочтительнее, так как при измельчении на агрегате одновременно с резанием происходит сдавливание частиц сырья со значительной потерей сока (до 10-15%). Для сушки грубоизмельченных (от 2 до 5 см) стеблей табака на солнце требуется 2 - 4 дня в зависимости от погодных условий.

Содержание химических компонентов в значительной мере зависит от условий хранения сырья. Так, содержание экстрактивных веществ и алкалоидов при хранении стеблей на открытой площадке через 6 месяцев снизилось на 30% больше, чем в стеблях, хранившихся под навесом (табл. 3).

Таблица 3. Содержание компонентов в стеблях табака в зависимости от условий хранения

Наименование сырья	Содержание, % на воздушно-сухое сырье				
	влага	алкалоиды	Экстрактивные вещества	Зола общая	Нерастворимая зола
Стебли табака, хранившиеся под навесом	6,23	0,12	8,98	6,82	0,38
Стебли табака, хранившиеся на открытой площадке	6,40	0,08	6,32	4,26	0,69

По сравнению с листьями стебли табака имеют более низкую зольность и высокое содержание полисахаридов и лигнина. До 80% общей массы воздушно-сухого сырья составляют целлюлоза, пентозаны и лигнин. Эти соединения представляют интерес для гидролизной, микробиологической, целлюлозно-бумажной промышленности и местной промышленности стройматериалов.

Около 10% общей массы стеблей приходится на группы соединений, которые могут быть извлечены при тонкой химико-технологической переработке. К ним относятся липиды, алкалоиды, водо- и спирторастворимые углеводы, полифенольные соединения. Эти соединения в больших количествах содержатся в табачных листьях. Поэтому целесообразно получать их из отходов табачных предприятий. Что касается стеблей табака, то их следует использовать в первую очередь для получения белковых продуктов, алкалоидов и целлюлозы. Среди всех растительных отходов сельского хозяйства табачные отходы занимают лидирующее положение по содержанию белковых веществ (табл. 4) [17]. Поэтому важной составной частью комплексной переработки стеблей табака является получение белковых продуктов для использования в животноводстве и питании.

Таблица 4. Химический состав различных видов растительного сырья (полисахариды, белковые вещества, %) [17]

Вид сырья	целлюлоза	пентозаны	полиурониды	лигнин	Общий белок
Табачные стебли	40	21	7,2	22	5,9
Хлопковая шелуха	35	26	4,6	32	3,9
Кукурузная кочерыжка	20	35	6,0	16	2,2
Тростник	44	26	4,3	25	1,0
Пшеничная солома	34	21	-	-	-

Белки – высокомолекулярные продукты поликонденсации альфа-аминокислот – важная составная часть растительных и животных организмов. В состав белков растительного происхождения входят главным образом альбумины (растворимые в воде), глобулины (растворимые в щелочах), проламины (растворимые в спиртах.) В листьях и стеблях белки существуют преимущественно в связанном состоянии. Различают хлоропластный белок, в котором полипептидная связь связана с хлорофиллом и липидами; цитоплазматический белок, в котором полипептидная цепь связана с нуклеинами (нуклопротеиды). В семенах белок находится в свободном состоянии. Характерным свойством белков является их способность к денатурации при нагревании, под действием щелочей и кислот. Денатурация сопровождается потерей биологической активности белков, уменьшением растворимости и коагуляцией.

Содержание растительного белка колеблется в листьях в зависимости от сорта табака. В пределах одного сорта содержание белковых веществ претерпевает изменения в зависимости от условий выращивания и приемов агротехники – режима орошения, применения удобрений и гербицидов, севооборота. Содержание белка в свежесобраных стеблях в среднем составляет 5 - 7% на воздушно-сухой вес.

Несмотря на значительное содержание белка в различных отходах табаководства, определенного по методике [18] (табл. 6), получение достаточно чистого белка с высоким выходом из табачной крошки и аспирационной пыли, как показали исследования [19] сопряжено с большими технологическими трудностями и экономически нерентабельно. Поэтому в качестве основного источника белка целесообразно использовать свежесобраные табачные стебли.

Таблица 5. Содержание азотистых веществ в отходах табаководства

Наименование отходов	Содержание на абсолютно-сухом сырье, %		
	Общий азот	Белковый азот	белок
Табачная пыль	2,76	1,17	7,31

Табачная крошка	2,36	1,32	8,25
Свежие стебли табака	2,25	1,20	7,50
Сухие стебли табака, хранившиеся 6 месяцев на открытой площадке	0,93	0,42	2,63

К числу изученных в лабораторных условиях методов выделения растительного белка из сока свежих табачных стеблей относятся:

- а) метод подкисления сока до pH=4,0-4,4 уксусной или соляной кислотами при комнатной температуре;
- б) щелочная коагуляция при pH=8,0;
- в) высаживание белка нагреванием сока до температуры 50-80<sup>0</sup>С.

Щелочной способ, на наш взгляд мало приемлем в промышленных условиях в связи с трудностью отделения белка от сыворотки. Поэтому авторами [19] использованы кислотный и тепловой способы коагуляции белка из стеблей табака (таблица 6).

Таблица 6. Выход белка в зависимости от способа коагуляции [19]

pH раствора	Температура раствора <sup>0</sup> С	Выход, % на воздушно-сухое сырье
5,5	25	0,72
4,5	25	1,30
4,35	25	2,12
4,0	25	1,91
5,7	50	1,10
5,9	65	1,87
5,8	70	4,05
5,8	80	3,30
5,7	80	2,88

Как видно, из таблицы 6 наибольший выход белка наблюдается при тепловой коагуляции, причем, если сок нагревают быстро, то образуется зернистый, хорошо фильтруемый осадок белка, в противном случае – получается мелкодисперсный, забивающий поры фильтрующей поверхности. При тепловой коагуляции инактивируются ферменты, тем самым предотвращаются процессы химической трансформации природных веществ с образованием нежелательных продуктов. Но быстрый нагрев больших объемов растительного сока в условиях промышленного производства представляет собой относительно сложную технологическую задачу со значительными затратами энергии. При коагуляции белка в кислых средах высаживается как хлоропластный, так и цитоплазматический белок, но получающийся осадок гидрофилен, трудно отделяется от сыворотки. В кислой среде увеличиваются потери каротина, быстрее окисляются ненасыщенные жирные кислоты, хлорофилл полностью превращается в феофитин путем отщепления магния.

Как показывали исследования [19], качественный аминокислотный состав белка, полученного тепловой и кислотной коагуляцией, одинаков, но отличается по количественному содержанию (табл. 7). Общая сумма аминокислот при тепловой обработке в 1,5 раза больше, чем при кислотной, из них валина – в 3,3, дикарбоновых кислот – в 2, лизина в 1,8, тирозина – в 1,5, незаменимых аминокислот – в 1,5 раза больше соответственно. Табачный белок дефицитен по гистидину, но несмотря на это, по аминокислотному составу его вполне можно отнести к средне сбалансированным растительным белковым изолятам, что согласуется с литературными данными [22].

Как видно из вышеизложенного, каждый из методов имеет свои положительные и отрицательные стороны, поэтому поиски принципиально новых способов выделения белка из растительной ткани и, в частности, из свежих табачных отходов, является актуальной задачей. В настоящее время известны использования методов мембранной технологии получения белка, основанных на процессах ультрафильтрации и обратного осмоса [20, 21].

Таблица 7. Аминокислотный состав табачного белка (в % к сырому протеину)

Аминокислоты	Способ коагуляции	
	тепловой	Кислотный
Сухой протеин (в абсолютно сухой навеске, %)	49,70	47,18
Гистидин	следы	следы
Аргинин	3,82	3,31
Аспарагиновая кислота	13,46	9,88

Треонин	6,16	5,36
Серин	5,17	3,39
Глутаминовая кислота	14,79	10,15
Пролин	5,25	3,58
Глицин	3,82	2,25
Аланин	6,06	4,24
Валин	10,16	3,09
Метионин	0,80	Следы
Изолейцин	4,00	2,73
Лейцин	5,58	5,17
Тирозин	4,19	2,73
Фенилаланин	2,68	3,82
Лизин	3,12	1,78
Незаменимые	37,32	25,26

Сравнительное изучение различных методов высеживания белка из табачного сока показало, что в технологическом отношении удобнее проводить кислотную коагуляцию уксусной кислотой. Избыток уксусной кислоты, сорбированный на сырой белковой массе, препятствует развитию микроорганизмов. Поэтому можно не проводить консервацию табачной белковой массы специальными добавками.

**Получение белка кислотной коагуляцией.** Свежеубранные стебли табака (сорт «Дюбек-44-07», урожай 2008 года, НПСХК «Тамеки») с остатками листьев измельчают на кормоизмельчителе «Волгарь» до величины частиц 0,5-1,0 см. измельченное сырье помещают в механический пресс-фильтр с фильтрующей тканью (бельтинг). Выход сока составляет 55-60% от свежего сырья. Отжатое сырье (жом) сушат на воздухе и направляют на дальнейшую переработку.

Полученный сок помещают в рекреационный аппарат установки «Симакс», доставляют при перемешивании уксусную кислоту до pH 4,0-4,3, при котором наблюдается максимальная коагуляция белка (табл.7). Суспензию перемешивают в течение 2-3 минут, отстаивают 12-14 часов, верхний осветленный слой декантируют. Выпавший осадок извлекают из рекреационного аппарата, центрифугируют. Одновременно с белком высеживаются и другие компоненты – алкалоиды, липиды, полифенолы и полисахариды. Поэтому для получения достаточно чистого белка коагулят подвергают экстракционной обработке водой до полного удаления алкалоидов и водным этанолом – для извлечения липидной фракции. Белковую массу отделяют на центрифуге и сушат на воздухе. Выход очищенного таким образом белка составляет в среднем 1,5-2,0% от воздушно-сухого сырья.

Для удаления алкалоидов сырой белок можно обработать 2Н уксусной кислотой из расчета 200 мл уксусной кислоты на 1 кг сырого белка, перемешать в течение часа, осадок уплотнить на центрифуге при 3-4 тыс. об/мин. Операцию повторять до отрицательной пробы на сумму алкалоидов (проба с кремневольфрамовой кислотой).

Баланс продуктов при получении белка из стеблей табака характеризуется следующими показателями одного из типов экспериментов:

- взято стеблей на измельчение	100 кг
- количество сырья после измельчения	97,4 кг
- количество сока после отжима сырья	50,7 кг
- количество жома стеблей	41,6 кг
- потери сырья	5,1 кг
- выход сырой белковой массы	1,2 кг

Выход сока из достаточно тонко измельченных растений составляет более 50% от веса растительной массы. Ниже приведена его характеристика:

- плотность	1,022-1,025
- показатель преломления	1,345
- pH	5,7-5,9
- содержание алкалоидов	0,05%
- содержание органических кислот	2-2,5%
- содержание минеральных веществ	14-15%

**Получение белка тепловой коагуляцией.** Свежеубранные стебли табака (сорт «Дюбек-44-07», урожая 2008 г., НПСХК «Тамеки») измельчают на бытовой мясорубке с отверстиями в решетке 0,4-0,7мм до кашицеобразного состояния. Измельченное сырье помещают в бязевый мешок, сок отжимают вручную. Выход сока - 50% от веса растительной массы с содержанием сухих веществ 8%. Отжатое сырье (жом) сушат на воздухе и направляют на дальнейшую переработку. Полученный сок нагревают на водяной бане до температуры 65-70<sup>0</sup>С. Белок коагулируют в течение 15-20 минут. Суспензию перемешивают 2-5 минут, выдерживают 2 часа для отстаивания осадка, верхний слой декантируют, выпавший осадок центрифугируют и промывают до полного удаления алкалоидов как описано выше.

Белковую массу сушат на воздухе. Выход воздушно-сухого белка -0,9% от свежесобранного высушенного сырья. Полученный вышеописанными способами белок представляет собой порошок кремоватого цвета и может быть непосредственно использован в качестве добавки к кормовым продуктам.

С учетом вышеизложенного и учитывая возможность получения пищевого белка из стеблей табака, которое может быть использовано при производстве пищевых продуктов в кондитерской, пищевконцентратной, химической промышленности, а также при производстве лекарств и в кормопроизводстве. Нами была поставлена задача, упрощение и удешевление источника сырья и технологического процесса при высоком выходе качественного продукта. Для этого были изучены более совершенные способы получения пищевого белка из растительного сырья. Известен способ [23] получения пищевого белка из растительного сырья, где сырье измельчают и экстрагируют жидкой окисью углерода под давлением выше атмосферного для удаления алкалоидов и жирорастворимых веществ. Экстракт перегоняют при пониженном давлении для возвращения жидкой окиси углерода, а остаток экстрагируют щелочным экстрагентом для извлечения белка. Щелочной экстракт отделяют, обрабатывают кислотой и проводят осаждение белка в изоэлектрической точке.

Недостатком этого метода является низкая производительность и значительные трудозатраты на его производство, т.к. приходится вести обработку значительной массы сырья, «разбухшего» в щелочной среде, расходуя большое количество реагентов и используя сложные технологические процессы.

На наш взгляд, наиболее эффективным, является способ [24] получения пищевого белка из растительного сырья, используя соевые бобы, включающий его очистку и помол с отделением отрубей, получением фугата и шрота центрифугированием, коагуляцией белка, экстракцию липидов с помощью жидкой двуокиси углерода под давлением выше атмосферного. Вслед за помолом растительного сырья проводят его растворение и суспензирование в воде с последующим выделением сырца белкового изолята и шрота. Недостатком данного способа является многостадийность процесса и использование пищевого продукта.

Для упрощения и удешевления источника сырья и технологического процесса при высоком выходе качественного продукта, нами предложен способ [25], получения пищевого белка на основе растительного сырья, включающем очистку, измельчение, центрифугирование, где в качестве растительного сырья используют листья и стебли табака, полученный сок нагревают до 65-70°C, выпавший осадок отделяют и полученный белок очищают сначала 46-60% этиловым спиртом, затем 96% этиловым спиртом.

Сущность предлагаемого способа заключается в том, что остатки стеблей табака после сбора листьев в свежем виде промывают водой для удаления пыли и различной грязи, измельчают на установке «Волгарь». Измельченную массу центрифугируют, отжатый сок быстро нагревают до 65-70°C, за счет ферментативных процессов самопроизвольно выпадает хлоропластный белок. После проводят экстракцию хлоропластного белка во влажном виде с возрастающей концентрацией 40, 60 и 96% этанолом в соотношении 1:2 в течение 20 минут, при этом удаляются алкалоиды, липиды и т.д. и получают чистый пищевой белок. Полученный белок – порошок коричневого цвета. Выход готового продукта составляет 12%,  $[\alpha]_{\text{д}}^{22}$  от -38,2° до -39°.

### Литература

1. Голяева Н. Н., Якимова Г. В., Джорупбекова Ж., Кожоакматова Р. И. Химико-технологическая характеристика стеблей табака // Химические и биологические особенности табака. Фрунзе: Илим, 1986. С. 35-38.
2. Коржениовский Г. А., Каширин С. М. Характеристика табачного стебля как целлюлозного сырья // Сб. работ по химии табака. Вып. 125. Краснодар, 1935. С. 15-28.
3. Сообщение из лаборатории фабрики Моссель-пром. № 1. «Табачная промышленность». № 1-2, № 48, 1930.
4. Шмук А. А. О суррогатах табака // Сб. работ по химии табака. III. Труды ВИТИМ. № 90, 1932.
5. Шмук А. А. Заметка о табачном бодыле, как материала для получения фурфурола // Сб. работ по химии табака, вып. 104, 1933.
6. Шмук А. А., Коржиниовский Г. А. К вопросу об использовании табачных стеблей // Сб. работ по химии табака, вып. 125, Краснодар, 1933. – С.3-14.
7. Vernon M. // Le tabac – une nouvelle source de proteins, La Becherhe. №153. -V. 15. – P/ 411-413.
8. Chakraborty M. K., Patel B. U., Tewar M. N., Patel J. A. Alternate use of tobacco: raw material for agro-based industry // Indian J. Agricultural Chem., 1983. № 1. P. 9-20.
9. Голяева Н. Н., Якимова Г. В., Джорупбекова, Кожоакматова Р. И. Химико-технологическая характеристика стеблей табака // Химические и биологические особенности табака. Фрунзе: Илим, 1986.- С. 35-38.
10. Афанасьев В. А. Комплексная химико-технологическая переработка табачного сырья // Химические и биологические особенности табака. Фрунзе: Илим, 1986. С. 3-7.
11. Смаилов Э. А., Самиева Ж. Т., Сулайманова Н. Возможности совмещенного производства табачного сырья и семян. В кн. «Табак Кыргызстана». Вып. 3. Илим, 2004. С. 27-34.
12. Смаилов Э. А., Самиева Ж. Т., Акималиев Дж. А. Технология производства семян табака для получения масла. Бишкек: Илим, 2003. 56 с.

13. *Смаилов Э. А., Самиева Ж. Т., Турдумамбетов К. и др.* Способ получения табачного масла. Патент № 666, 30.06.2004.
14. *Смаилов Э. А., Самиева Ж. Т., Турдумамбетов К. и др.* Антисептическое средство «КОРТ». Патент № 917, 30.11.2006.
15. *Смаилов Э. А., Самиева Ж. Т.* Результаты исследования масла из семян табака в лечебных целях // Вестник КАУ. № 3 (II). Бишкек: 2008. С.174-16. Смаилов Э. А., Самиева Ж. Т., Турдумамбетов К. и др. Способ получения целлюлозы. Патент № 1592, 25.07.2012.
16. *Горяев М. И., Туребеков Ш. С., Пугачев М. Г.* // Химия природных соединений и биологически активных веществ в Казахстане. Алма-Ата, 1967. С. 133.
17. *Шаповалов Е. Н.* Анализ табака и продуктов сгорания. Краснодар, 1977. 71 с.
18. Отчет о НИР за 1986-90 гг. «Комплексная химико-технологическая переработка отходов табачного производства». Фрунзе: ИОХ АН Кыргызской ССР, 1990. С. 26.
19. *Котов В. В., Исаев Н. Н.* // Теория и практика сорбционных процессов. Воронеж, 1974. Вып. 9.
20. Массообмен в химической технологии: Сб. науч. трудов Рижского политехнического института. Рига, 1986. 116 с.
21. *Томмэ М. Ф., Мартыненко Р. В.* Аминокислотный состав кормов. М., 1972. 131 с.
22. Патент RU № 2007927, кл. A23J 01/14, 1994.
23. Патент RU № 2124844, кл. A23J 11/14, 1999.
24. Патент KG № 1750, C1, кл. A23J 1/14, A61K 9/14, 2015.