

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕГКОЙ И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 574.24:633.973

ТЕХНОЛОГИЯ, СПОСОБ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ НИКОТИНА ИЗ ТАБАЧНОГО СЫРЬЯ И ЕГО ОТХОДОВ

Смаилов Э.А., Абдуллаева Р.А., Исаков К.К.

Международный Узгенский институт Технологии и образования
ОшТУ, г.Узген, Кыргызстан, eltar_uito@mail.ru

***Аннотация:** Установлено что, наилучшими типами почв, на накопление никотина являются староорошаемые типичные сероземы, а из сортов табака Талгарский 28, чем меньше влажность почвы при возделывании табака, тем выше содержание никотина в растении табака. Также приведены данные по динамике накопления никотина в растении табака и ее отдельных частях (корне, стебле, листьях) в зависимости от влажности почвы и минеральных удобрений. Предложен новый способ получения никотина и смолы из остатков табачного сырья*

***Ключевые слова:** никотин, типы почвы, сорт табака, растение табака, корни, стебли, листья, влажность почвы*

TECHNOLOGY, METHOD AND EFFICIENCY OF OBTAINING NICOTINE FROM RAW TOBACCO AND ITS WASTE

Smailov E.A., Abdullaeva R.A., Isaakov K.K.

International Uzgen Institute of Technology and Education
OshTU, Uzgen, Kyrgyzstan

***Annotation:** It has been established that the best types of soils for the accumulation of nicotine are old-irrigated typical serozem, and of the Talgar 28 tobacco varieties, the lower the soil moisture during tobacco cultivation, the higher the nicotine content in the tobacco plant. Also presented are data on the dynamics of the accumulation of nicotine in the tobacco plant and its individual parts (root,*

stem, leaves), depending on soil moisture and mineral fertilizers. A new method of obtaining nicotine and tar from the remains of tobacco raw materials is proposed

***Key words:** nicotine, soil types, tobacco cultivar, tobacco plant, roots, stems, leaves, soil moisture*

В отличие от традиционного органического сырья для крупнотоннажной химической промышленности – нефти, угля, газа – запасы которых не возобновляемы, растительные и животные ткани являются ежегодно возобновляемыми ресурсами [1].

Среди множества культивируемых растений, табак занимает особое место. Он относится к числу наиболее химически емких растительных продуктов. В зрелом табачном растении содержится более 2000 индивидуальных химических соединений [2]. Так что, традиционное представление о табаке, как сырья только для производства курительных изделий должно быть изменено. Табак, это в первую очередь источник разнообразной химической продукции, состав которого может варьировать в широких пределах, путем селекции сортов, изменением агротехники возделывания, обогащая необходимыми для нас компонентами.

Табак является представителем таких растений, которые накапливают в своем теле характерную химически и физиологически органическую группу, носящую название алкалоидов. Поэтому активным началом растения является алкалоид никотин, выделяемый в количестве 8-10% никотеллин, кислоты лимонную и яблочную, глюкозу. Одно временно никотин является продуктом, защищающим наиболее молодые и нежные части растения табака от нападения вредителей, поэтому концентрация никотина наиболее высоко в верхних растущих частях растения. Срезывание цветочного побега, то есть наиболее важного для растения органа воспроизведения, вызывает усиленную выработку никотина и вызывает напряжение защитных функций организма.

Никотин или пиридин метил-пирролидин – алкалоид, выделенный из листьев табака. Чистый никотин, расфасованный в герметичные посуды, куда не поступает воздух, выглядит как немного маслянистая, прозрачная жидкость без запаха, но с очень жгучим вкусом. Попад на воздух, никотин начинает

окисляться, и через небольшой промежуток времени (зависит от концентрации никотина) приобретает коричнево-бурый оттенок и типичный табачный запах. Никотин производится для применения в различных аспектах и для абсолютно разных нужд, начиная от сельского хозяйства, заканчивая удовлетворением зависимого поведения любителей электронных сигарет [3].

Препараты с использованием никотина используются:

- в сельском хозяйстве как эффективный инсектицид;
- в лабораторных химических экспериментах;
- в фармацевтической промышленности для производства препаратов никотин заместительной терапии;
- в медицинских и фармакологических экспериментах по лечению болезни Альцгеймера и болезни Паркинсона;
- в синтезе никотиновой кислоты для изготовления жидкостей для электронных сигарет.

Никотин выпускается как в чистом виде (собственно пиридин метилпирролидин), так и в виде химических соединений: пиридин метилапирролидина, гидрохлорид и дигидрохлорид, никотин сульфат, битартрат и тартрат, производные взаимодействия никотина с хлоридом цинка и салициловой кислотой, никотин полиакрилекс, никотина резинат, никотина битартрат дигидрат. В зависимости от способа получения и получившегося соединения, вещество может содержать от 5% до 60% никотина (в пересчете на чистый никотин).

Основные методы получения никотина – возгонка и экстракция из растительного сырья и искусственный синтез. Второй метод не получил распространения из-за высокой стоимости конечного продукта, неэффективности и, безусловно, нецелесообразности. Кроме того, искусственный синтез никотина связан с высокой токсичностью производства и размещение завода по его производству представляло бы большую проблему мирового масштаба.

Самые распространенные методы получения никотина из растительного сырья:

- отгонка водяным паром. Используются отходы табака, обработанные

слабым щелочным раствором с последующим окислением серной кислотой в процессе отгонки. Полученное сырье упаривается для получения нужной концентрации. Метод называется сульфатирование, применяется для получения никотина сельскохозяйственного назначения;

- экстрагирование водой или керосином. Раствор никотина в воде или керосине обрабатывается серной кислотой, в результате чего получается 40% никотина сульфат, также используемый в сельском хозяйстве;

- экстрагирование многоатомными спиртами, растворимыми в воде с последующим вымораживанием. Так получают никотин для фармацевтической промышленности, лабораторных нужд;

- растворение в органических растворителях с последующей отгонкой и упариванием.

Основная область использования жидкого никотина в медицине – препараты никотин заместительной терапии (НЗТ) для лечения табачной зависимости: трансдермальные системы, пластыри, жевательная резинка, спреи, таблетки и пастилки. В 2010 году было реализовано более 2 миллиардов препаратов НЗТ. За десять лет показатель прироста рынка средств для лечения никотиновой зависимости с помощью никотин заместительной терапии составил больше 120%, прогнозируется ежегодный прирост не менее 10%. В 2013 году рынок оценивался в 560 миллионов доллара, давая ежегодный прирост в пределах 20% этого показателя. Соответственно, растут и объемы выпуска препаратов чистого никотина, для которых сертифицированные производители используют стандарты FDA (США), GMP ВОЗ и DMF.

У нас в Кыргызстане в аптеках реализуется - никотиновая кислота. Лекарственная форма: раствор для инъекций 1 %. Состав: Активное вещество: никотиновая кислота -10г. Вспомогательные вещества: 1 М раствор натрия гидрокарбоната – до рН4,0-6,0; вода для инъекций – до 1000мл.

Фармакологические свойства. Никотиновая кислота (витамин РР) – специфическое противопеллагрическое средство, играет существенную роль в жизнедеятельности организма, является простатической группой ферментов, осуществляющих окислительно-восстановительные процессы. Улучшает углеводный, азотистый обмен, в высоких фракциях липопротеинов в крови.

Оказывает также выраженное кратковременное сосудорасширяющее действие.

Показание к применению. Профилактика и лечение пеллагры (авитаминоза РР), желудочно-кишечных заболеваний (гастриты, энтериты, колиты), заболеваний печени, атеросклероза, спазмов сосудов конечностей, почек, головного мозга, ишемического инсульта (в составе комбинированной терапии), длительно незаживающих язв, ран.

Форма выпуска. 1% раствор инъекций в ампулах по 1 мл. 10 ампул помещают в контурную упаковку вместе с инструкцией по медицинскому применению в пачке.

Известно [3], что заводы по производству никотина работают в Китае, Индии и Европе. Мировой рынок никотина как инсектицида оценивается в 28-30 млрд. долларов. Однако с появлением и распространением вапоризаторов (электронных сигарет) рынок был явно перераспределен в пользу получения никотина для е-сигарет.

Рекламируемые в интернете Российские поставщики никотина для приготовления смеси или готовых смесей для электронных сигарет используют никотин зарубежного производства. Поэтому оценивать Российский рынок никотина можно лишь косвенно. Так, в сфере госзакупок в 2015 году было проведено несколько тендеров на приобретение никотина на общую сумму 177000 рублей. На рынке госзаказа в разделе «24.41.53.259 Производные никотина прочие» озвучена сумма 77232 руб. Всего в этой сфере по кодам ОКДП, работают 7 поставщиков. Самые крупные из них ООО «Оптима-Фарм» г. Йошкар-Ола; ООО «Центрум» г. Нальчик; ОАО «Марий Эл-Фармация» г. Йошкар-Ола.

В январе 2018 года [4] JTI открыла собственный интернет магазин, работающий на всю Россию.

По оценкам ассоциации ПАУРРЭНС (Профессиональный Альянс Участников Русского Рынка Электронных Никотиновых С), в России насчитывается около 1,5 миллионов пользователей электронных систем доставки никотина (ЭСДН).

Из них 74% составляют мужчины, 26% - женщины [5].

Согласно данным компании JTI, в мире насчитывается около 25,2 млн пользователей электронных сигарет. Мировой объем продаж сигарет в денежном эквиваленте оценивается в 6,93 млрд долларов. Примерно 40% этого объема приходится на США и примерно по 9% - на рынки Великобритании и Франции, еще 14% - на рынки других стран западной Европы [4].

В Европе в более – менее открытом доступе есть информация [7-8], только лишь о компаниях – производителях никотина: Alchem International SA Lamone, Швейцария Merck RGA Darmstadt, Германия. В целом же, данные по европейским производителям никотина закрыты.

В США, можно лишь предполагать об объемах производства, если воспользоваться вскольз упомянутыми данными сайта Contraf-Nicotex-Tobacco GmbH (CNT): за 5 лет работы компания произвела 1000 тонн чистого никотина [7].

В США с 2013 года работает AEMSA [8] – некоммерческая торговая ассоциация производителей чистого никотина и готовых жидкостей для е-сигарет. Компания поддерживает производителей жидкого никотина в США и других странах, разрабатывает стандарты на E-LIQUID и производственные процессы для компаний-производителей, выступает против некоторых правил FDA, которые ограничивают торговлю никотином. Сегодня AEMSA насчитывает в числе своих членов 25 лабораторий, 2 общества потребителей, 3 компании экспертного уровня.

У нас в Кыргызстане исследования в этом направлении по поручению Совета Министров республики (распоряжение №8-р от 4 января 1984 года) проводились в 1984-1990г.г. под руководством член-корр. академии наук К.Р. профессора Афанасьева Ф.А., в институте органической химии академии наук. Была спроектирована, построена и введена в действие опытно-экспериментальная база по переработке табачного сырья и его отходов в п.г.т. Ивановка [2]. Результаты исследований и расчеты Афанасьева В.А. показали, что при переработке 10 тыс. тонн свежесобранной растительной массы может быть получено: растительного сока - 5 тыс. тонн; сырой белковой массы – 150 тонн; очищенного белка - 50 тонн; раствора никотина - 10 тонн.

Ориентировочная общая стоимость продукции 3,98-5,7 млн.\$.

С 1999 года исследования в этом направлении были возобновлены в соответствии с договором о проведении совместного научного исследования по теме: «Технология возделывания и переработки табака для получения некурительных изделий и продукции» между институтом химии и фитотехнологии НАН К.Р., Международным Узгенским институтом технологии и образования ОшГУ и научно-производственной станцией «Тамеки».

Цель исследований: Изыскание путей и способов получения большего количества никотина при возделывания табачного растения.

Задачи исследований:

- исследование влияние различных типов почв на накопление никотина в табачном растении;
- исследование влияние различных сортов табака на накопление никотина;
- исследование влияние влажности почвы и минеральных удобрений +на содержание никотина в растении табака и ее отдельных частях (корне, стебле, листьях);

Результаты исследований: Исследования показали, что количество воды в почве оказывает очень сильное влияние на содержание никотина в листьях табачного растения, вместе с тем, управление влажностью почвы в ряде случаев и в особенности в условиях орошаемого земледелия в Кыргызстане, является задачей легко разрешимой. При попытке объяснить причину подобного влияния влажности почвы на накопление никотина нужно помнить, что вода в почве не простой, а сложный фактор, определяющий не только степень обеспеченности растения водой, но одновременно определяющий и концентрацию почвенного раствора, степень аэрации, напряженность, а возможно и направление микробиологических процессов в почве. Внесение полной дозы минеральных удобрений повышает содержание никотина в листьях табака. Типы почв и сорт табачного растения, влияют на накопления никотина, в условиях Кыргызстана тип почвы - староорошаемые типичные сероземы и сорт табака Талгарский 28, являются благоприятными для накопления никотина.

При повышении влажности почвы усиление роста табачного растения в целом определяется преимущественным усилением роста надземной части.

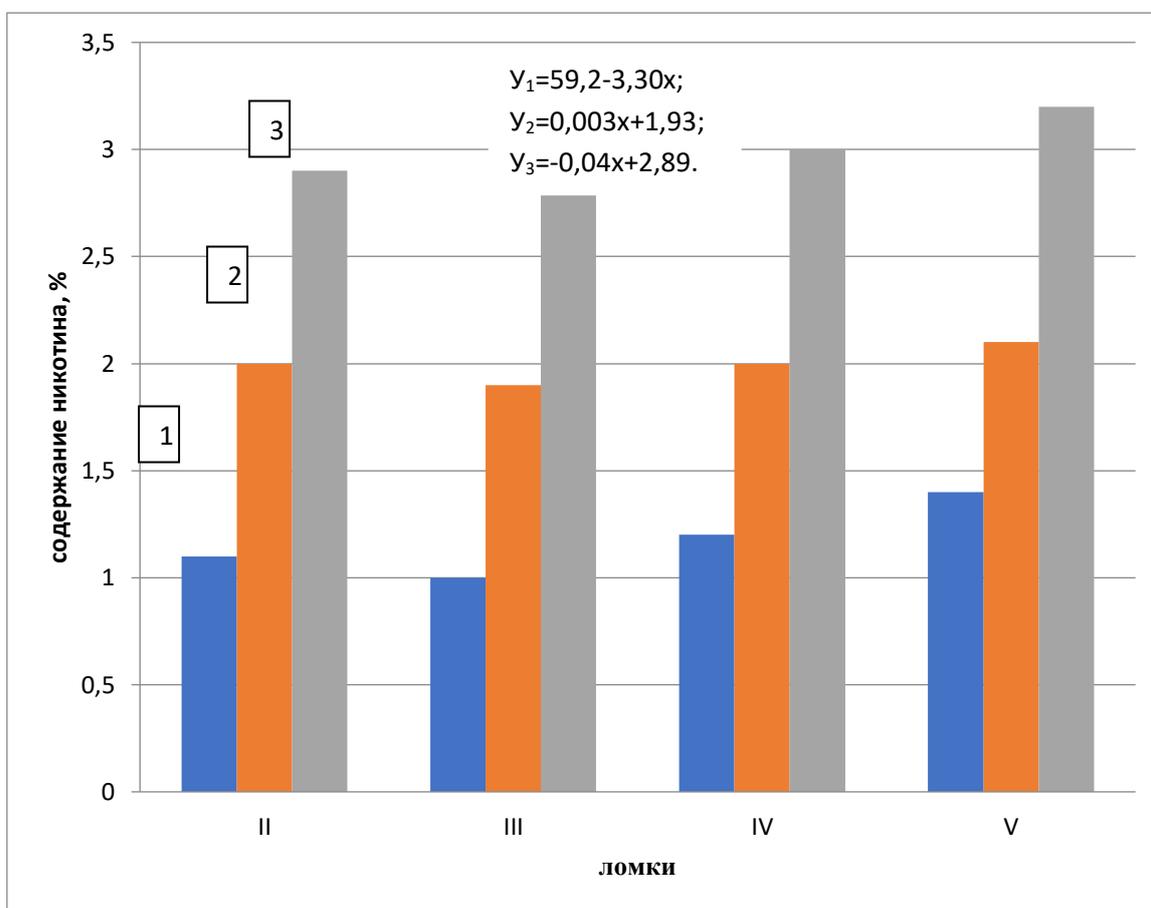


Рис.11.Зависимость содержание никотина в листьях табака (в%) от ломки и степени зрелости листьев (сорт Талгарский 28, тип почвы староорошаемые типичные сероземы, влажность почвы от 40% от ПВ, вариант с удобрением $N_{120}P_{120}K_{120}$); среднее 2014-17гг. Y_1 - незрелые; Y_2 - технически зрелые; Y_3 - перезрелые.

При внесении минеральных удобрений $N_{120}P_{120}K_{120}$ (рис.1), вышесказанное тенденция сохраняется, но накопление никотина повышается от незрелых листьев к перезрелым до 2,8-3,2%, что значительно выше по сравнению с вариантом без удобрений (рис.20). Кроме того, необходимо отметить, что в варианте с внесением удобрения, выход никотина выравнивается независимо от ломок листьев табака.

На рис. 2 представлена диаграмма накопления никотина в стебле растения табака в вегетационный период. Из которой видно, что в стебле растения табака максимальное накопление никотина происходит в конце вегетации и составляет 1,0-1,2 % в зависимости от внесения удобрений. В варианте без удобрений оно составляет 1,0%, а с внесением удобрений 1,2%. Хотя в 30 день после посадки рассады в поле она составляла, соответственно 0,4 и 0,6%. После этого происходит постепенный рост накопления никотина.

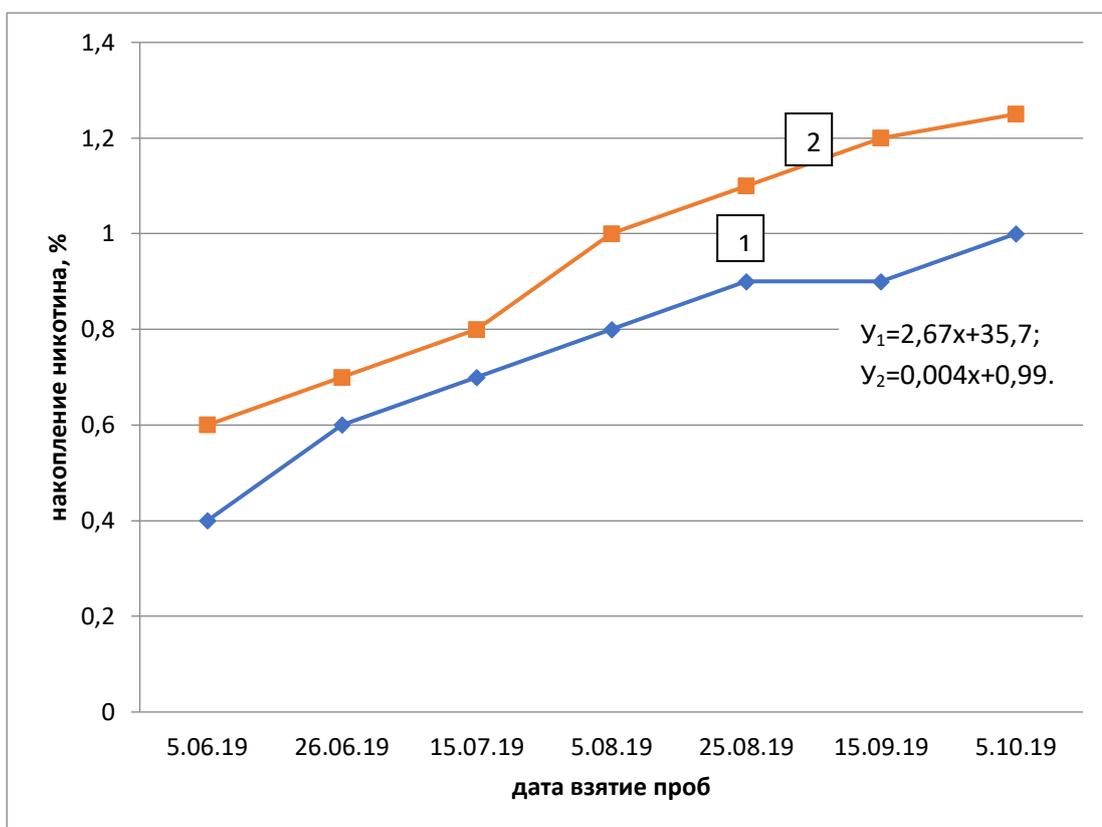


Рис.2. Динамика изменения содержания никотина (в%) в стебле растения по периодам роста растений табака (сорт Талгарский 28, тип почвы староорошаемые типичные сероземы, влажность почвы от 40% от ПВ), среднее за 2014-17гг.: \diamond - $Y_1 = 2,67x + 35,7$ - уравнение изменения содержания никотина в стебле растения табака (вариант без удобрений); \square - $Y_2 = 0,004x + 0,99$ – уравнение изменения содержания никотина в стебле растений табака (вариант с удобрением $N_{120}P_{120}K_{120}$).

На рис. 3 представлена динамика накопления никотина в надземной части и в корнях растения табака. Из которой видно, что максимальное накопление никотина в надземной части происходит к концу вегетации, и эта цифра составляет для варианта без удобрений 2,2%, и в варианте с внесением удобрения $N_{120}P_{120}K_{120}$ - 3,3%. Это значительное увеличение содержания никотина в надземной части растения табака, в варианте с внесением удобрений по отношению варианта без удобрений. Кроме того, сравнение этих двух вариантов по степени накопления никотина в надземной части в период роста и развития табачного растения показывает, что до начала цветения накопление никотина почти одинаковое и составляет 0,8 и 0,8%, разница между вариантами 0,1% в пользу варианта с внесением удобрений, то есть влияния удобрений не существенное.

И только потом с началом цветения (15.07), идет резкое увеличения на-

копления никотина, как в варианте без удобрений: 5.06 – 0,2%; 25.06 – 0,8%; 15.07 – 1,5%; 5.08 – 1,9%; 25.08 – 1,9%; 15.09 – 2,1% и 5.10 – 2,2% и соответственно в варианте с внесением удобрений: 0,3%; 0,9%; 1,9%; 2,6%; 2,8%; 2,9% и 3,3%. Разница между вариантами, в пользу варианта с внесением удобрений соответственно составляет: 0,1%; 0,1%; 0,4%; 0,7%; 0,8%; 0,8%; и 1,0%. Все это свидетельствует о том, что внесение минеральных удобрений $N_{120}P_{120}K_{120}$, способствует увеличению накопления никотина в надземной части табачного растения, и особенно это проявляется с момента начала цветения растения табака.

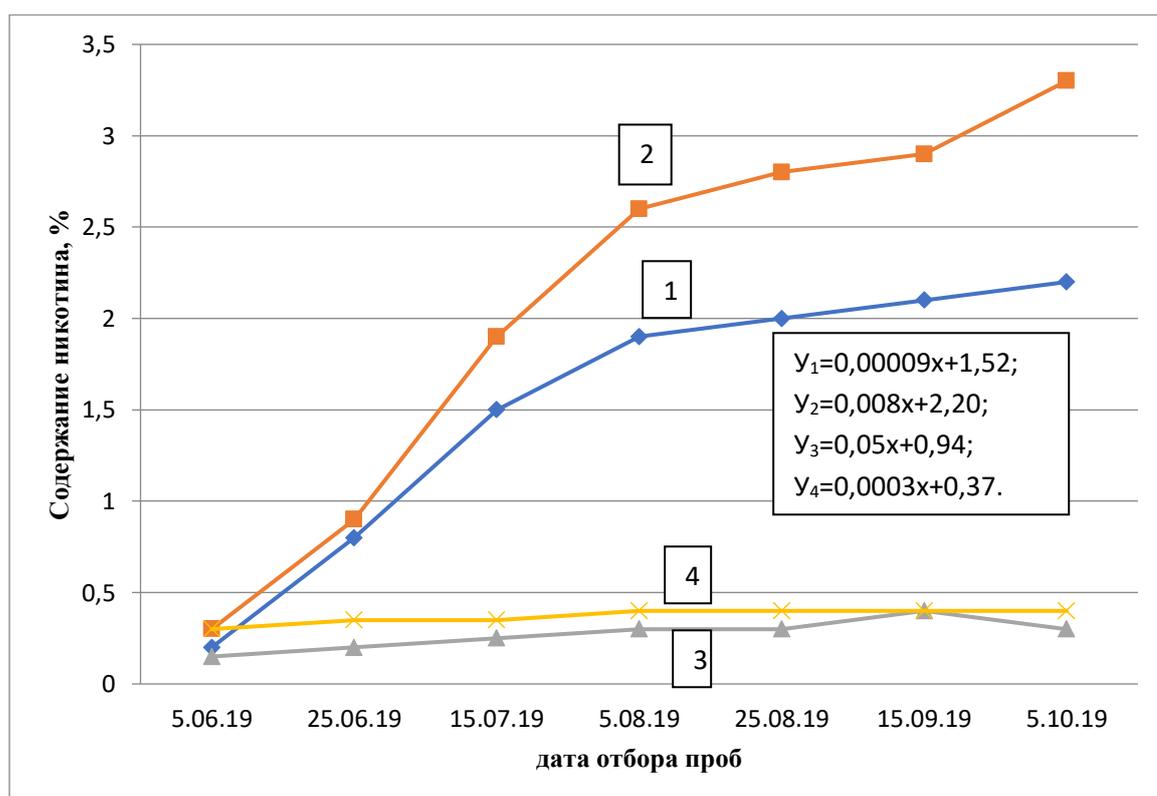


Рис.3. Кривые изменения содержания никотина (в %), в надземной части и с корнями табачного растения (сорт Талгарский 28, тип почвы староорошаемые типичные сероземы, влажность почвы от 40% ошт ПВ), среднее за 2014-17гг.: \diamond - $Y_1 = 0,00009x + 1,52$ – уравнение изменения содержания никотина в надземной части растения табака (без удобрений); \square - $Y_2 = 0,008x + 2,2$ – уравнение изменения содержания никотина в надземной части растения табака (с удобрением $N_{120}P_{120}K_{120}$); Δ - $Y_3 = 0,05x + 0,94$ – уравнение изменения содержания никотина в корнях растения табака (без удобрений); \times - $Y_4 = 0,0003x + 0,37$ – уравнение изменения содержания никотина в корнях растения табака (с удобрением $N_{120}P_{120}K_{120}$).

В корневой системе табачного растения (рис. 3, кривые 3 и 4) свидетельствуют о том, что накопление и содержание никотина в корневой системе ничтожно мала и обеим вариантам она составляет 0,3-0,4%. Даже

внесение минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$ д.в. существенной прибавки не дала, всего лишь 0,1%. Здесь можно также полагать, что соотношение между превращением минерального азота в корнях в форму никотина и в иные органические формы (например, в аминокислоты) являются неустойчивым и легко может сдвигаться в ту или иную сторону в зависимости от внешних условий, в частности, от величины влажности почвы.

Выводы:

1. В варианте без удобрений, вес целого растения и его надземных частей интенсивно увеличивается в первые 50 дней возделывания и в последующем, когда процесс цветения завершается. Максимальный вес целого растения при этом составляет 0,8 кг на одно растение, надземной части 0,7 и корневой системы 0,1 кг.

2. Установлено, что содержание никотина в табачном растении возрастает с момента технической зрелости листьев, поэтому на никотин нужно убирать листья в период наступления перезрелости. Уборка с незрелыми листьями значительно снижает урожай никотина. Во всех ломках листьев табака, накопление никотина соответствует определенной тенденции, то есть увеличение его содержания происходит от незрелых листьев к технически зрелым и перезрелым. При этом в средних ярусах листьев табака (II и III ломки) значения содержания никотина ниже чем в верхних и нижних ярусах растения, и соответственно составляет в варианте без удобрения 1,4-1,7%, а в нижних и верхних ярусах 2,0-2,1%.

3. При внесении минеральных удобрений $N_{120}P_{120}K_{120}$, накопление никотина повышается от незрелых листьев к перезрелым до 2,8-3,2%, что значительно выше по сравнению с вариантом без удобрений. Кроме того, необходимо отметить, что в варианте с внесением удобрения, выход никотина выравнивается независимо от ломок листьев табака.

4. Установлено, что в стебле растения табака максимальное накопление никотина происходит в конце вегетации и составляет 1,0-1,2 % в зависимости от внесения удобрений. В варианте без удобрений оно составляет 1,0%, а с внесением удобрений 1,2%. Хотя в 30 день после посадки рассады в поле она составляла, соответственно 0,4 и 0,6%.

После этого происходит постепенный рост накопления никотина.

5. Максимальное накопление никотина в надземной части происходит к концу вегетации, и эта цифра составляет для варианта без удобрений 2,2%, и в варианте с внесением удобрения $N_{120}P_{120}K_{120}$ - 3,3%. С началом цветения (15.07), идет резкое увеличения накопления никотина, как в варианте без удобрений и соответственно в варианте с внесением удобрений. Внесение минеральных удобрений $N_{120}P_{120}K_{120}$, способствует увеличению накопления никотина в надземной части табачного растения.

6. Накопление и содержание никотина в корневой системе ничтожна мала и обеим вариантам она составляет 0,3-0,4%. Даже внесение минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$ д.в. существенной прибавки не дали, всего лишь 0,1%. Здесь можно также полагать, что соотношение между превращением минерального азота в корнях в форму никотина и в иные органические формы являются неустойчивым и легко может сдвигаться в ту или иную сторону в зависимости от внешних условий, в частности, от величины влажности почвы.

Использованная литература

1. Смаилов Э.А. Ежегодно возобновляемые ресурсы для крупнотонажной химической промышленности [Текст] / Э.А. Смаилов, Ж.Т. и др. – Ташкент: ТГТУ, Сб. научных статей, матер. XXIV международной научно-практической конференции «Инновация 2019», 2019. – С. 33-35.

2. Афанасьев В.А. Комплексная химико-технологическая переработка табачного сырья [Текст] / В.А.Афанасьев. – Фрунзе: “Химические и биологические особенности табака. Илим”, 1986. – С. 3-7.

3. <http://modtob.blogspot.com/2014/05/liquid-nicotine-production-is-now.html>.

4. Slade H.B. / Amer. Journ. B.78, 1906 – S. 311.

5. <http://Russia-opt.com/findokpd/24.41.53.259.html>.

6. Biochemical and organic compounds for Research and diagnostic clinical reagentns // Sigma chemical company. – 1980. – P. 529.

7. <http://www.nicotineusp.com/>

8. <http://www.aemsa.org/>