



УДК 631.544

**В.С. Нестяк, О.В. Ивакин**  
**V.S. Nestyakov, O.V. Ivakin**

## ТЕХНОГЕНЕЗ В ПРОДУКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ ТОМАТОВ

### TECHNOLOGICAL IMPACT IN TOMATO PRODUCTION PROCESS

**Ключевые слова:** томаты, рассада, плоды, техногенное воздействие, производственный процесс, защитная зона, защитные экраны, эффективность.

**Keywords:** tomatoes, transplant seedlings, fruits, technological impact, production process, protection zone, protection screen, effectiveness.

Основной причиной, сдерживающей товарное производство томатов во многих районах России, являются высокие риски, связанные с условиями их выращивания. Принципиальное отличие работы – повышение эффективности выращивания томатов в открытом грунте (снижение рисков, увеличение выхода товарной продукции) достигается за счет синергетического эффекта от применения рассады с высокими адаптационными свойствами к среде обитания и оперативной защиты высаженных в открытый грунт растений в течение всего периода их вегетации защитными конструкциями экранного типа. В обоих случаях эффективность обеспечивается техногенным воздействием технических средств на производственный процесс растений на различных стадиях их развития. Исследования проводились на базе экспериментального тепличного комплекса СибИМЭ, включающего грунтовую пленочную теплицу и участок открытого грунта около нее, на культуре томата сорта «Буян». Эксперименты по влиянию техногенеза на качественно-количественные характеристики рассады и динамику ее производственного процесса проводились на установке, имитирующей мостовое шасси. Эксперименты по влиянию техногенеза на производственный процесс плодов томатов проводились на модуле защитных экранов, смонтированных на участке открытого грунта. Установлено, что на производственный процесс влияет не только сам фактор (вид технологической операции), но и его величина. На примере защитных экранов показано, что техногенез повышает динамику производственного процесса томатов в различных условиях выращивания и на стадии плодоношения, когда для защиты высаженных в открытый грунт растений от воздействия негативных факторов внешней среды используются технические средства защиты. Это позволяет получить урожай в 1,5-2,0 выше, чем в открытом грунте, продлить сбор плодов на 2 недели, при этом максимальный выход продукции в стадии технической спелости достигает 91,5%.

The main cause limiting the commercial tomato production in many Russian regions including Siberia is the high risk associated with the growing conditions. This study deals with a higher efficiency of tomato growing in open ground (lower risks and higher commercial yields) achieved by the synergetic effect of using transplant seedlings that are highly adaptive to the surrounding environment and prompt protection of plants in open ground during the entire growing season using screen-type protective structures. In both cases, the effectiveness is ensured by the technological impact of facilities on the production process of the plants at various stages of their growth. This research was conducted at the experimental greenhouse complex of the Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Farming Industry; the complex consisted of a plastic-covered greenhouse surrounded by an open ground area. The Buyan tomato variety was the focus of our study. The technological impact on the qualitative and quantitative characteristics of the transplant seedlings and their production process dynamics was studied at an installation similar to a bridge chassis. The technological impact on the tomato production process was studied at the protective screens mounted in an open ground area. It was found that the production process is influenced not only by this factor (the type of technological operation) itself, but also by its size. Through the example of protective screens, it has been demonstrated that technological impact increases tomato production process dynamics in various growth conditions and at the fruiting stage when protection facilities are used to protect the transplant seedlings planted in open ground against negative environmental factors. This enables to obtain 1.5-2.0 times higher yield than that in the open ground, and extend fruit collection time by 2 weeks with the maximum crop yield at the stage of technical ripeness reaching 91.5%.

**Нестяк Вячеслав Степанович**, д.т.н., зав. лабораторией, Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (ФГБНУ СибИМЭ), Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл. Тел.: (383) 348-34-49. E-mail: sibime@ngs.ru, nestyakovs@yandex.ru.

**Ивакин Олег Владимирович**, к.т.н., вед. н.с., Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (ФГБНУ СибИМЭ), Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл. Тел.: (383) 348-34-49. E-mail: sibime@ngs.ru.

**Nestyak Vyacheslav Stepanovich**, Dr. Tech. Sci., Head of Lab., Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Farming Industry, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies, Rus. Acad. of Sci., Novosibirsk Region. Ph.: (383) 348-34-49. E-mail: sibime@ngs.ru, nestyakovs@yandex.ru.

**Ivakin Oleg Vladimirovich**, Cand. Tech. Sci., Leading Staff Scientist, Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Farming Industry, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies, Rus. Acad. of Sci., Novosibirsk Region. Ph.: (383) 348-34-49. E-mail: sibime@ngs.ru.

### Введение

В настоящее время в условиях Сибири товарное производство томатов в открытом грунте практически отсутствует [1]. Основной причиной такого положения являются высокие риски, связанные с условиями выращивания: в начале лета высока вероятность возвратных заморозков, низких температур почвы и ночных температур воздуха; в конце лета наблюдается снижение температуры воздуха, особенно в ночное время, и появляется опасность ранних осенних заморозков. Даже в середине лета северные ветры создают неблагоприятные условия для растений, а холодные росы способствуют их заболеванию. Кроме того, для сибирского лета характерно наличие длительных периодов с пасмурной погодой, когда приток солнечной радиации отсутствует или минимален, из-за чего не обеспечивается биологическая норма растений в активных температурах [2]. Все это создает риски для товаропроизводителей, что в рыночной экономике чревато банкротством.

Применение технических средств защиты растений (различного типа укрытия) позволяет снизить риски влияния внешних факторов на условия роста таких овощей в открытом грунте [3-5]. Кроме того, недостаток активных температур в зонах с низкой теплообеспеченностью частично компенсируется рассадным методом выращивания овощей [6, 7]. Эффективность последнего можно повысить за счет применения рассады с высокими адаптационными свойствами к условиям открытого грунта [8]. Получение такой рассады определено техногенезом, не только влияющим на параметры рассады, но и изменяющим динамику продукционного процесса в ходе ее выращивания. При этом ускоренная динамика развития рассады сокращает сроки ее выращивания на 10-12 дн., что позволяет перенести посев семян на более поздние

сроки и тем самым существенно сократить затраты на обогрев теплицы [9].

В работе эффективность выращивания томатов в открытом грунте (снижение рисков, увеличение выхода товарной продукции) предложено повысить за счет синергетического эффекта от применения рассады с высокими адаптационными свойствами к среде обитания и оперативной защиты высаженных в открытый грунт растений в течение всего периода их вегетации путем техногенных воздействий на продукционный процесс на различных стадиях развития томатов. Показано, что на продукционный процесс влияет не только сам фактор (вид технологической операции, например, подрезка в операциях выращивания рассады), но и его величина. Кроме того, на примере защитных экранов показано, что техногенез повышает динамику продукционного процесса томатов в различных условиях выращивания и на стадии плодоношения, когда для защиты высаженных в открытый грунт растений от воздействия негативных факторов внешней среды используются технические средства защиты в виде конструкций экранного типа.

**Цель работы** – повышение эффективности выращивания томатов в условиях негативного воздействия внешней среды путем техногенного воздействия на продукционный процесс на различных стадиях их развития.

#### Задачи исследования:

- оценить влияние техногенеза на продукционный процесс рассады томатов при различных параметрах защитной зоны;
- оценить влияние техногенеза на продукционный процесс томатов в стадии плодоношения в различных условиях выращивания.

#### Объекты и методы

Исследования проводились на базе экспериментального тепличного комплекса СибИМЭ, включающего грунтовую пленочную теплицу и участок открытого грунта

около нее, на культуре томата сорта «Буня». Замеры массы корней, листового аппарата и плодов, собираемых выборочно по мере достижения ими бурой или полной биологической (технической) спелости, велись по всем вариантам через каждые 5-7 дн. (в зависимости от года исследования и решаемых в нем задач). Взвешивание производилось на лабораторных весах с погрешностью измерения 0,0001 кг.

Исследования влияния параметров защитной зоны в операциях горизонтальной подрезки и вертикальной прорезки на качественно-количественные характеристики рассады и динамику ее продукционного процесса проводились на экспериментальной установке, имитирующей мостовое шасси (рис. 1) и обеспечивающей точность хода рабочих органов по глубине хода и ширине защитной зоны в пределах 0,005 м от заданного.

Нижние уровни варьирования параметров были выбраны из условия возможности технического обеспечения минимальной защитной зоны по ширине междурядья и минимально возможной глубины подрезки до 0,03 м с учетом установочных проходов, выполненных в начале эксперимента, а верхние – из технологических соображений. Для первого параметра – отклонения от осевой линии ряда – исходя из технологической ширины междурядья 0,12 м и минимальной защитной зоны 0,03 м ( $0,12 - 0,03 = 0,09$ ). Для второго параметра – отклонения от заданной глубины подрезки – исходя из возможной глубины подрезки при выборке рассады 0,09 м. В эксперименте использован факторный план  $2^2$  с добавлением пяти точек в его центре.

Первая подрезка корней в горизонтальной плоскости проводилась в фазе 3-4 настоящих листьев, прорезка в вертикальной плоскости – через 2-3 дня после горизонтальной подрезки корней. Вторая подрезка корней в горизонтальной плоскости – в фазе 5-7 настоящих листьев, а повторная прорезка в вертикальной плоскости – через 2-3 дня после горизонтальной подрезки. Третья подрезка в горизонтальной плоскости проводилась перед выборкой рассады в фазе 8-10 настоящих листьев.

Исследования влияния средств технической защиты на производственный процесс томатов проводились на экспериментальном модуле защитных экранов, смонтированных на участке открытого грунта (рис. 2). В отличие от известных укрытий, защитные экраны содержат лишь стойки, образующие несущий каркас модуля, и сами экраны из сотового поликарбоната, установленные оппозитно друг другу с технологическим зазором между ними, что максимально упрощает конструкцию.

Такие конструкции, как правило, работают после прохождения весенних возвратных заморозков и до наступления устойчивых низких температур, удлиняя на полторы-две недели вегетационный период растений и позволяя при этом дополнительно аккумулировать в зоне растений до  $70\text{C}^0$  среднесуточных активных температур, что является существенным резервом для теплолюбивых культур в местных условиях. При этом они обеспечивают доступ к растениям, защищают их от ливней, града и техногенных выбросов.



Рис. 1. Экспериментальная установка



Рис. 2. Защитные экраны (без торцевого ограждения)

### Результаты и их обсуждение

Эксперименты показали, что техногенные воздействия способствовали положительной динамике продукционного процес-

са на обеих стадиях развития томатов: при выращивании рассады (рис. 3) и в фазе плодоношения (рис. 4).

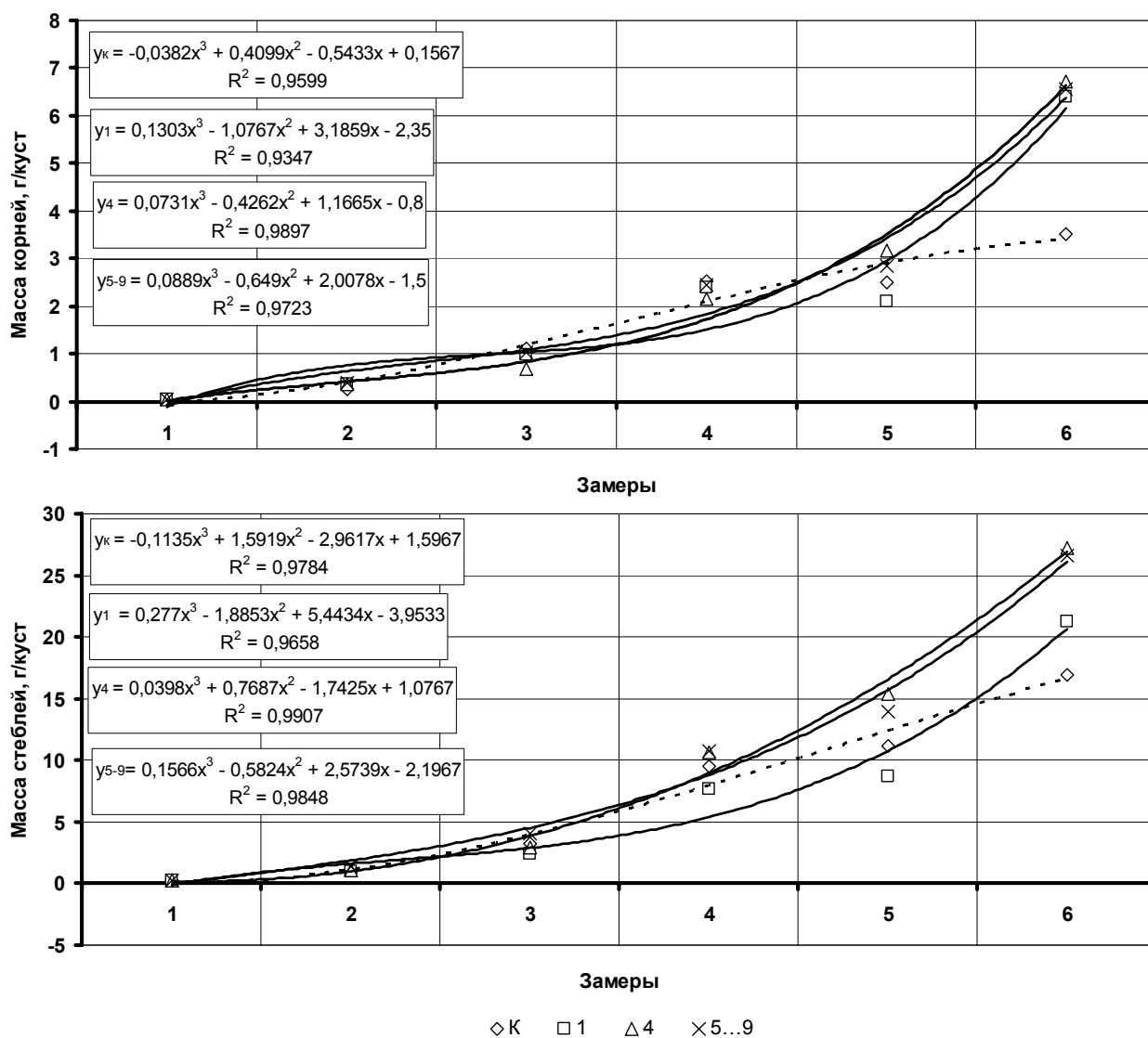


Рис. 3. Динамика продукционного процесса рассады (по основным вариантам): К – без подрезок (контроль); 1 – защитная зона 0,03 м; 4 – защитная зона 0,09 м; 5-9 – защитная зона 0,06 м

Из рисунка 3 следует, что все варианты обеспечивают более высокую динамику по отношению к контролю, при этом уменьшение защитной зоны до 0,03 м (опыт 1) заметно не снижает продукционный процесс рассады (показатели выше контроля) и говорит лишь о неустойчивости процесса.

Масса корневой системы на контроле в процессе развития рассады изменялась от 0,05 до 3,51 г, а в вариантах опыта – от 0,05 до 6,73 г (опыт № 4). Это обеспечивалось более существенным темпом роста (табл.) в вариантах эксперимента (0,57-0,86 г/день) по сравнению с контролем (0,20 г/день). Причем, наиболее интенсивный прирост к моменту выборки рассады наблюдался в варианте 1 с минимальной защитной зоной и глубиной подрезки.

Масса стебле-листового аппарата за этот период на контроле возросла от 0,20 до 16,94 г. В вариантах опыта этот рост был в интервале 0,20-27,21 г (опыт 4). При этом темп прироста к последнему замеру здесь увеличился до 1,95-2,52 г/день, в то время как на контроле он достиг лишь 1,15 г/день.

Влияние техногенеза на динамику продукционного процесса на стадии плодоношения томатов особенно наглядно была заметна в лабораторно-полевых экспериментах 2011, 2014 и 2015 гг., резко отличавшихся по погодным условиям (рис. 2).

Условия 2011 г. в целом были положительными для выращивания томатов в открытом грунте, что и определило классический характер динамики продукционного процесса. При этом урожай под защитными экранами был значительно выше, чем в открытом грунте (с куста на контроле – 2,1 кг, под экранами – 3,5 кг), а вегетационный период продлен практически до конца сентября. Дополнительный выход продукции (более 70%) был получен за пределами сроков выращивания томатов на контроле в открытом грунте, а продукция в

состоянии технической спелости составила более 62%.

В 2014 г. условия были иными и не вполне комфортными для применения защитных экранов: практически в течение всего лета наблюдалась высокая температура воздуха, вследствие чего экраны должны были прежде всего обеспечить защиту растений от перегрева. Однако в ночь с 4 на 5 сентября наблюдалось резкое похолодание с кратковременным понижением температуры до -2...-4°C, и защитные экраны должны были смягчить это отрицательное явление (в итоге, растения в открытом грунте погибли, а под укрытием сохранились и плодоносили еще 2 недели).

Все это сказалось на динамике продукционного процесса, заметно отличающейся от 2011 г., и на урожайности томатов: на контроле она составила 1,94 кг/куст, под экранами – 2,76 кг/куст.

В 2015 г., через 5 дней после высадки рассады в грунт, прошел град, после которого высаженные в открытый грунт растения были травмированы, а 7,5% из них не восстановились и погибли; под защитными экранами растения не пострадали. Кроме того, 20 июня наблюдалась вспышка на солнце, на 21 июня пришлось летнее солнцестояние, 22-23 июня была зарегистрирована экстремально сильная магнитная буря. В связи с резким похолоданием последний сбор в открытом грунте был проведен 6 сентября, под экранами вегетационный период продолжался еще две недели.

Все это отразилось на урожайности и на продукционном процессе, визуально отличающемся от предыдущих лет. Урожайность на контроле составила 1,89 кг/куст, а под защитными экранами – 3,36 кг/куст, при этом 28,2% урожая под экранами получено за предельными сроками выращивания томатов на контроле в открытом грунте, а 91,5% всего сбора составила продукция в состоянии технической спелости.

Таблица

*Влияние техногенеза на формирование параметров рассады*

Опыт	Показатели	Замеры: корни/листья					
		1	2	3	4	5	6
К	Масса, г	0,05/0,20	0,26/1,11	1,11/3,20	2,53/9,55	2,51/11,19	3,51/16,94
	Темп, г/день	0,01/0,04	0,04/0,18	0,17/0,42	0,28/1,27	-0,01/0,41	0,20/1,15
1	Масса, г	0,05/0,20	0,37/0,93	0,98/2,42	2,39/7,68	2,09/8,70	6,4/21,27
	Темп, г/день	0,01/0,04	0,06/0,15	0,12/0,30	0,28/1,05	-0,08/0,26	0,86/2,51
2	Масса, г	0,05/0,20	0,29/1,02	0,68/2,46	1,93/8,24	2,88/11,86	6,45/21,59
	Темп, г/день	0,01/0,04	0,05/0,16	0,08/0,29	0,25/1,16	0,24/0,90	0,71/1,95
3	Масса, г	0,05/0,20	0,37/0,95	0,87/2,43	2,41/8,28	2,24/9,38	5,07/20,07
	Темп, г/день	0,01/0,04	0,06/0,15	0,10/0,30	0,31/1,17	-0,04/0,28	0,57/2,14
4	Масса, г	0,05/0,20	0,36/1,07	0,68/2,93	2,14/10,61	3,17/15,36	6,73/27,21
	Темп, г/день	0,01/0,04	0,06/0,17	0,06/0,37	0,29/1,54	0,26/1,19	0,71/2,40
5-9	Масса, г	0,05/0,20	0,39/1,37	1,02/4,04	2,44/10,75	2,85/13,97	6,55/26,59
	Темп, г/день	0,01/0,04	0,07/0,23	0,13/0,53	0,28/1,34	0,10/0,80	0,74/2,52

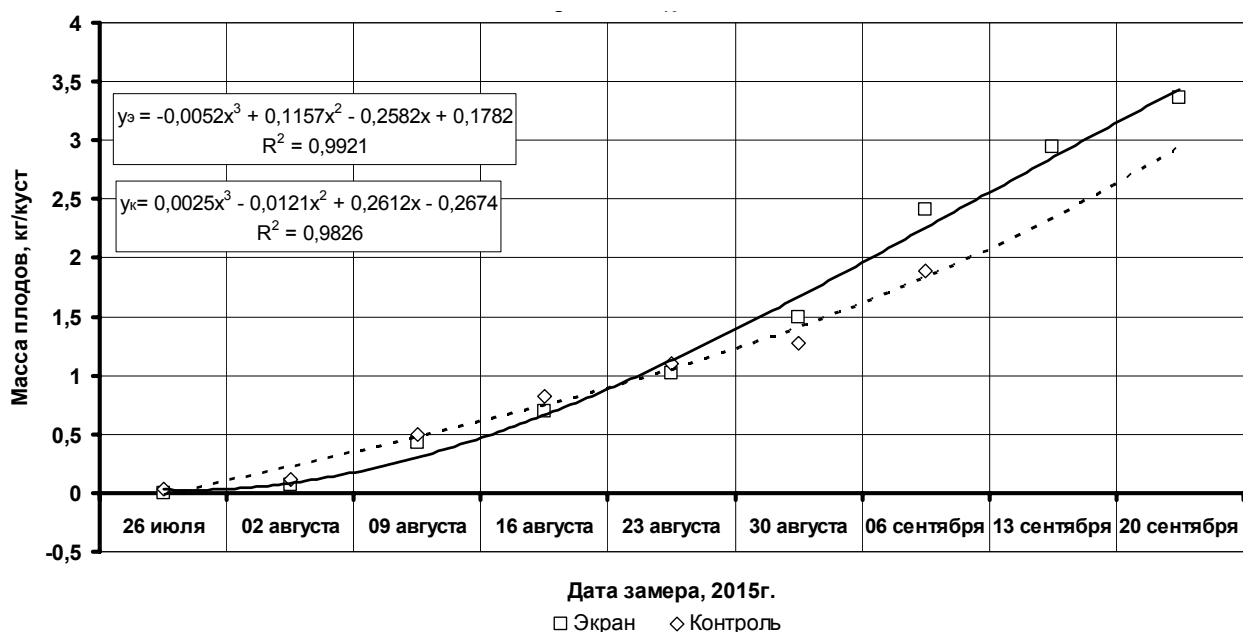
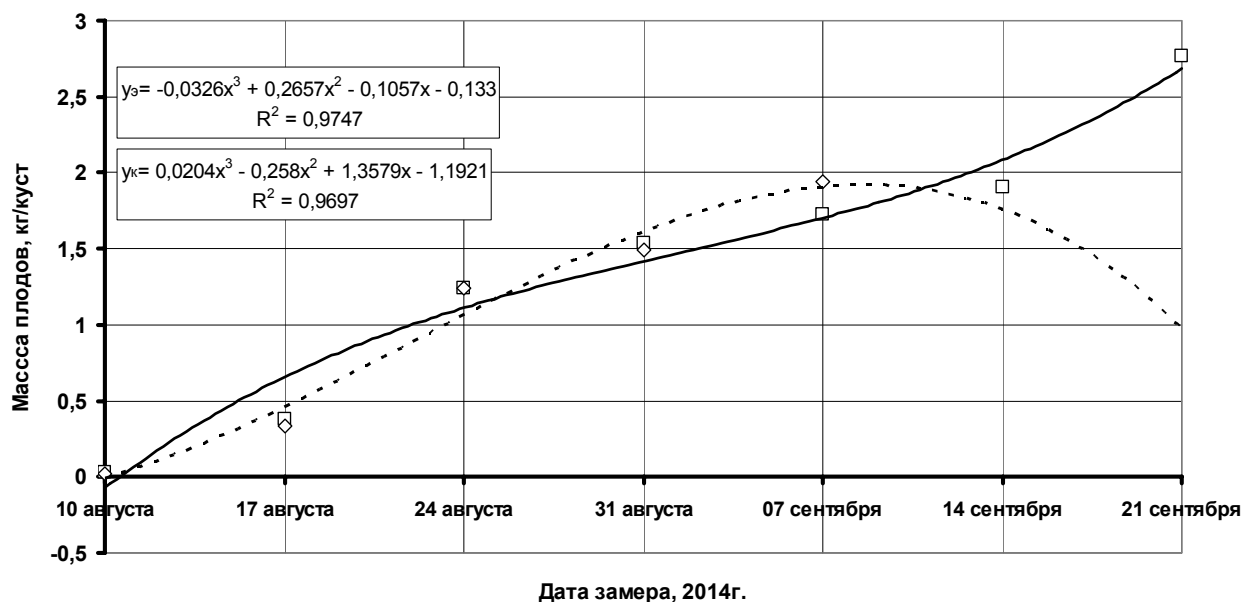
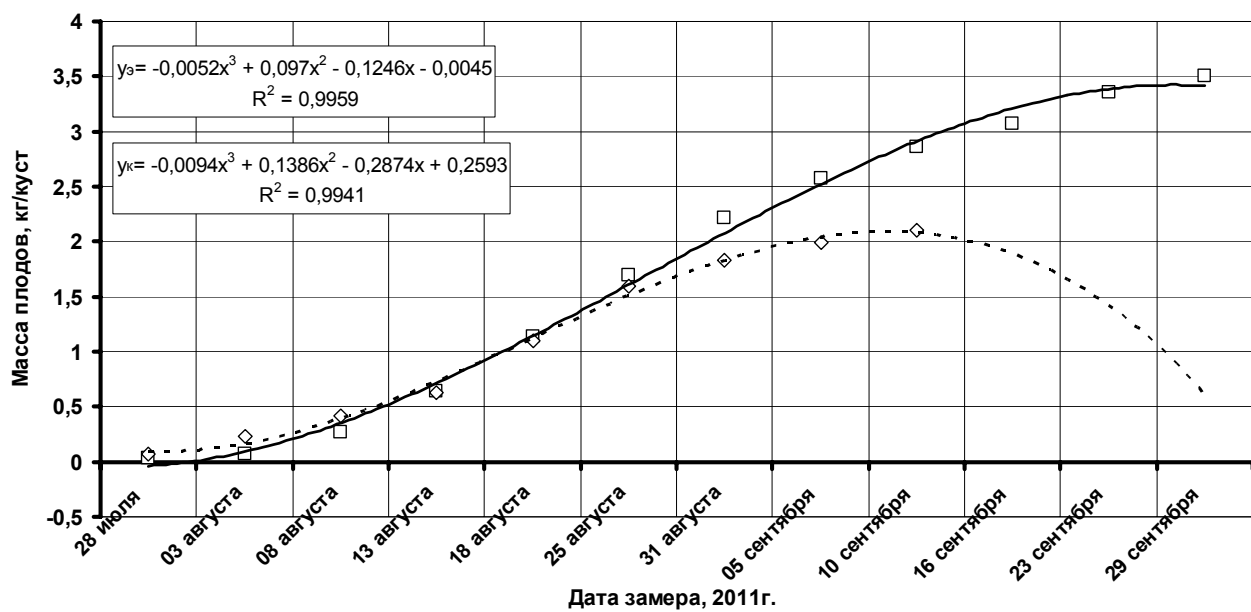


Рис. 4. Динамика продукционного процесса томатов в стадии плодоношения

**Заключение**

Выполненные эксперименты подтверждают, что техногенные воздействия технических средств на различных стадиях развития растений обеспечивают более высокую динамику продукционного процесса, что в конечном итоге способствует повышению эффективности производства томатов в открытом грунте и снижению рисков при их выращивании. Это позволяет получить продукцию в 1,5-2,0 выше, чем в открытом грунте, продлить сбор плодов на 2 недели, при этом максимальный выход продукции в стадии технической спелости составил 91,5%.

**Библиографический список**

1. Ивакин О.В., Нестяк В.С. Состояние и проблемы овощеводства НСО // Продовольственное обеспечение Сибири в условиях глобализации мировой экономики: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию создания Сибирского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства (Новосибирск, 3-4 июня 2015 г.) / ФГБНУ СибНИИЭСХ. – Новосибирск, 2015. – С. 237-240.
2. Овощеводство Западной Сибири / Е.Г. Гринберг, Т.Г. Ксензова, Р.Ф. Хананова и др.: под ред. Т.Г. Ксензовой и Р.Ф. Ханановой; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2006. – 237 с.: ил.
3. Гончарук Н.С. Полимеры в овощеводстве. – М.: Колос, 1971. – 264 с.: ил.
4. Иванов Н.М., Нестяк В.С., Арюпин В.В., Усольцев С.Ф. Защитные сооружения для овощеводства // Вестник НГАУ. – 2(23). – 2012. – Ч. 2. – С. 89-93.
5. Нестяк В.С., Арюпин В.В., Усольцев С.Ф., Ивакин О.В. Устройства для выращивания овощных культур в неблагоприятных условиях открытого грунта // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 4. – С. 4-7.
6. Эдельштейн В.И., Тараканов Г.И. Выращивание овощной рассады. – М.: Моск. рабочий, 1962. – 440 с.
7. Модестова Н.А. Выращивание рассады овощных культур под пленкой. – Л.: Колос, 1978. – 112 с.
8. Нестяк В.С., Сирота С.М. Выращивание рассады с направленно формируемой корневой системой // Овощеводство. Состояние, проблемы, перспективы: науч. тр. – М.: НИИО, 2002. – Т. 2. – С. 241-245.

9. Нестяк В.С., Каширский А.И., Ивакин О.В. Методологические основы производства рассады с защитной почвенно-корневой структурой // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2011. – № 1. – С. 99-105.

**References**

1. Ivakin O.V., Nestyak V.S. Sostoyanie i problemy ovoshchevodstva NSO // Prodovol'stvennoe obespechenie Sibiri v usloviyakh globalizatsii mirovoi ekonomiki: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 60-letiyu sozdaniya Sibirskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ekonomiki sel'skogo khozyaistva (Novosibirsk, 3-4 iyunya 2015 g.) / FGBNU SibNIIESKh. – Novosibirsk, 2015. – S. 237-240.
2. Ovoshchevodstvo Zapadnoi Sibiri / E.G. Grinberg, T.G. Ksenzova, R.F. Khananova i dr.: pod red. T.G. Ksenzovoi i R.F. Khananovoi; Novosib. gos. agrar. un-t. – Novosibirsk, 2006. – 237 s.: il.
3. Goncharuk N.S. Polimery v ovoshchevodstve. – M.: Kolos, 1971. – 264 s.: il.
4. Ivanov N.M., Nestyak V.S., Aryupin V.V., Usol'tsev S.F. Zashchitnye sooruzheniya dlya ovoshchevodstva // Vestnik NGAU. – 2012. – № 2 (23). – Ch. 2. – S. 89-93.
5. Nestyak V.S., Aryupin V.V., Usol'tsev S.F., Ivakin O.V. Ustroistva dlya vyrashchivaniya ovoshchnykh kul'tur v neblagopriyatnykh usloviyakh otkrytogo grunta // Tekhnika v sel'skom khozyaistve. – 2013. – №4. – S. 4-7.
6. Edel'shtein V.I., Tarakanov G.I. Vyrashchivanie ovoshchnoi rassady. – M.: Mosk. rabochii, 1962. – 440 s.
7. Modestova N.A. Vyrashchivanie rassady ovoshchnykh kul'tur pod plenкой. – L.: Kolos, 1978. – 112 s.
8. Nestyak V.S., Sirota S.M. Vyrashchivanie rassady s napravlenno formiruemoi kornevoi sistemoi // Ovoshchevodstvo. Sostoyanie, problemy, perspektivy: nauch. tr. – M.: NIIO, 2002. – T. 2. – S. 241-245.
9. Nestyak V.S., Kashirskii A.I., Ivakin O.V. Metodologicheskie osnovy proizvodstva rassady s zashchitnoi pochvenno-kornevoi strukturoi // Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. – 2011. – № 1. – S. 99-105.

