

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

# ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

*Учебное пособие*

Москва – 2021

УДК 635.1/8:631.544.7(075.8)  
ББК 42.34:41.468я73  
В883

Авторы: **Дыйканова М.Е., Мехедов М.А.,  
Гаспарян И.Н., Левшин А.Г., Денискина Н.Ф.,  
Гаспарян Ш.В., Щиголев С.В.**

**В883** Применение современных материалов для оптимизации условий выращивания и хранения сельскохозяйственной продукции: учебное пособие. – М.: МЭСХ, 2021. – 96 с. ISBN 978-5-6044139-9-9

Учебное пособие подготовлено в соответствии с программой учебной дисциплины «Основы производства продукции растениеводства», «Сельскохозяйственные машины», «Овощеводство», «Тенденции в развитии технологий овощеводства», «Хранение плодов и овощей»; содержит материал для самостоятельной работы. В настоящее время для создания оптимальных условий сельскохозяйственным культурам широко и рационально используются полимерные материалы, что является важным фактором научно-технического прогресса.

Для бакалавров и магистров по направлениям «Агроинженерия», «Агрономия», «Садоводство», все профили.

Рекомендовано к изданию методическими комиссиями института механики и энергетики им. В.П. Горячкина (протокол № 11 от 16 марта 2021 г.), института садоводства и ландшафтной архитектуры (протокол № 7 от 15 марта 2021 г.)

*Рецензенты:*

*Сычев В.Г.* – академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;  
*Лазарев Н.Н.* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

УДК 635.1/8:631.544.7(075.8)  
ББК 42.34:41.468я73

ISBN 978-5-6044139-9-9

© Коллектив авторов, 2021

## ВВЕДЕНИЕ

Многолетние исследования в нашей стране и за рубежом показывают о большом потенциале для использования полимерных материалов в сельском хозяйстве. В овощеводстве, растениеводстве широко применяют в качестве ограждения культивационных сооружений, каркасных и бескаркасных укрытий, мульчирование в открытом и защищённом грунте, применяют для изготовления мягкой и жёсткой тары временного и длительного хранения производимой продукции.

Все что мы выращиваем на наших полях, садах, лугах и частном секторе, все это растёт в почве. Именно качество почвы в первую очередь определяет успех любого аграрного проекта. Почва – сложнейшая система взаимодействующих между собой минералов, органических соединений и живых организмов, формировавшийся миллионы лет, но очень хрупкий и легко разрушаемый неразумным хозяйствованием. Значит почву нужно не только умело использовать, но и защищать. И одним из очень эффективных методов защиты почвы является мульчирование.

Мульчирование – это укрытие почвы материалом органического или синтетического происхождения. Сегодня аграрной наукой и практикой разработано множество методов мульчирования почвы и для того, чтобы выбрать оптимальный для каждого поля и каждой культуры нужно системно разобраться в преимуществах и недостатках каждого из них.

Полимерные плёнки, нетканые материалы и растительного происхождения широко используются в крупных и фермерских хозяйствах, а также населением нашей страны для выращивания разнообразных овощей, фруктов и ягод на приусадебных и дачных участках.

Для получения в ранневесенние сроки гарантированного урожая ранней продукции (зеленные овощи, ранняя капуста, кабачки, огурец, картофель ранний, земляника садовая и др.) хозяйства РФ стали эффективно использовать нетканые полимерные

материалы (Лутрасил, Спанбонд, Агрил и т.д.). Для правильного выбора и эффективного использования в каждом конкретном случае необходимо учитывать требования, предъявляемые к полимерным материалам. Для производства органической продукции возникает необходимость в применении растительного материала для оптимизации условий выращивания.

## Глава 1. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ МУЛЬЧИРОВАНИЯ ПОЧВЫ

Мульчирование – основной агротехнический прием, применяемый в открытом грунте, способствующий созданию более благоприятного температурного режима почвы и приземного слоя воздуха, сохранению почвенной влаги, улучшению физических свойств почвы и усилению биохимических процессов в ней. Одновременно с этим мульча угнетает и ограничивает рост и развитие сорняков.

В качестве мульчирующего материала используют солому, торф, сухие листья, опилки, песок, перегной, бумагу, полимерные материалы и др. Все перечисленные материалы дают определённый эффект и широко применяются в нашей стране и за рубежом при выращивании овощей и других культур. В ряде зарубежных стран (Японии, США, Италии, Франции, Израиле и др.) мульчирование проводится на сотнях гектаров и является обычным агротехническим приёмом при выращивании растений.

Можно предположить, что мульчирование является тем агротехническим приёмом, который человек позаимствовал у природы. Действительно, деревья и кустарники сами мульчируют почву под своими кронами, сбрасывая осенью листья. Поэтому не удивительно, что первыми мульчирующими материалами были листья и другие растительные остатки, которые собирались и раскладывались на почве под выращиваемыми культурами.

Мульчирование почвы с помощью растительных остатков, а также перегноя, торфа, соломы, сена, позволяет снизить испарение с поверхности почвы, ликвидировать почвенную корку, улучшить питание культур, но мульча из перечисленных материалов не ликвидирует сорные растения и может дополнительно насыщать почву семенами сорняков.

В мировой практике в дополнение к органическому мульчированию почвы получило широкое применение полимерными плёнками, в частности полиэтиленовыми.

Мульчирование почвы применяли ещё в конце XVII в. для недопущения влияния неблагоприятных внешних условий на физические, химические и биологические процессы в почве, использовали в качестве агротехнического приёма, но без чёткого обоснования с научной точки зрения.

Первое научное издание о мульчировании почвы относится к 1914 г. – английский учёный (профессор) Чарльз Эккарт изобрёл и применил для борьбы с сорняками на гавайских плантациях сахарного тростника асфальтированную бумагу.

В нашей стране первые исследования по мульчированию проводились агрономом В.Г. Гавришем в 1921–1922 гг. Отмечены положительные результаты при мульчировании почвы бумагой, пропитанной химическими смолами на посадках огурца, подсолнечника, кукурузы, клещевины. В 1929 г. проводили исследования по мульчированию с применением бумаги американского производства, но из-за её стоимости экономическая эффективность оказалась невыгодной.

В 1930-е годы наиболее широкое применение имела мульчирующая бумага. В качестве начала к большим научным исследованиям по мульчированию почвы послужил доклад агронома В.З. Целика, сделанный им в 1930 г. на Президиуме ВАСХНИЛ. В конце 30-х годов работами В.Я. Сагайдачного, А.Н. Балашова, Н.А. Рейна, П.М. Демусенко и других уже было выявлено влияние мульчирования на температуру, влажность, питательный режим и структуру почвы, рост и развитие сорняков, степень распространения вредителей и болезней. В 1931 г. Ленинградская бумажная фабрика начала выпуск мульчирующей бумаги чёрного цвета.

Применение мульчирующих материалов давало определённый эффект, но широко не использовалась из-за большого объёма требуемого материала, а также из-за трудностей в механизации данного процесса. Начиная с 1934 г., в СССР, Болгарии, США, Германии, Италии, Финляндии создавались машины для укладки мульчирующих материалов. По решению этой задачи следует от-

метить механизаторов по созданию машин для расстила мульчирующей бумаги. Наиболее современной и удачной по тому времени была машина Научно-исследовательского института овощного хозяйства. Она имела впереди каток, выравнивающий почву. Рулон мульчирующей бумаги в машине помещали между двумя пластинчатыми кронштейнами. Во время работы машина копала канавки, укладывала мульчирующую бумагу, отгибала края бумаги в канавки и засыпала их землёй.

Благодаря механизации в 1935 г. общая площадь посевов, мульчируемых бумагой, была равна 85 га. В конце 70-х – начале 80-х годов XX в. созданы в научно-исследовательском зональном институте садоводства нечерноземной полосы (НИЗИСНП) машины для расстила специальной термогидрофобной бумаги МРМП-1 и МРМП-2. Однако они не были лишены недостатков и не нашли применения в производстве.

На Овощной опытной станции в 40–50-е годы В.И. Эдельштейн в течение нескольких лет вёл работу по изучению способов посева семян овощных культур с помощью мульчирования битумированной бумагой. Мульчировались только рядки растений, лентами бумаги шириной 12...15 см, междурядья оставляли открытыми для обработки культиватором. Специальная машина-сеялка делала отверстия в лентах бумаги, раскладывала ленту на уплотнённую почву, высевала по одному или два семени и присыпала ленты слоем земли в 1...2 см. Параллельно с этим изучали метод посева при помощи лент всходозащитной бумаги, в отверстия которых прикрепляли семена путём заклейки отверстий с двух сторон папиросной бумагой, но новые приёмы не были в дальнейшем распространены из-за трудоёмкости в работе.

Идея использования полиэтиленовой пленки в качестве мульчи в производстве растений зародилась в середине 1950-х годов. Доктор Эмери М. Эммерт из Университета Кентукки был одним из первых, кто осознал преимущества использования пленки LDPE (полиэтилена низкой плотности) и HDPE (полиэтилена вы-

сокой плотности) в качестве мульчи при выращивании овощей. Эммерт также писал на другие темы, такие как использование пластика для теплиц вместо стекла и пластика в полевых высоких туннелях. Сегодня доктора Эммерта считают «отцом пластиковых теплиц». Его в шутку также называли «пластическим хирургом» из-за того, что он использовал пластик вместо стекла для теплиц и прозрачный и черный пластик в качестве мульчи при выращивании овощей. Приблизительно 2500 квадратных миль (6500 км<sup>2</sup>) сельскохозяйственных земель используют полиэтиленовую мульчу и аналогичные покрытия рядков для выращивания сельскохозяйственных культур во всем мире.

Укладка пластикового полиэтилена (мульча) на холмы, образовавшиеся в почве, также была впервые применена в Новой Зеландии в середине пятидесятых годов, выращивающими клубнику в районе Окленда. К 1960–1961 гг. Вся клубника, коммерчески выращиваемая в Новой Зеландии, выращивалась из черного полиэтилена, обычно укладываемого вручную. Пластик способствовал росту, сохранение влаги способствовало раннему плодоношению и ограничивало заражение сорняками. Самые первые машины для укладки полиэтилена использовались в Новой Зеландии к середине 1960-х годов и были очень похожи на машины, продающиеся сегодня в настоящее время. Самые первые машины были спроектированы производителями и построены небольшими инженерными / производственными мастерскими, обычно под тщательным руководством и контролем фермера. Каждая машина на протяжении многих лет в целом была похожа на предыдущую, но время от времени менялась модификация для улучшения характеристик.

Применение плёнок в школе винограда известно с 1958 г. (Швейцария). В 1970 г. опыты по использованию плёнки в школе продолжены во Франции, Австрии, Германии. В результате ряда проведённых исследований доказывалась эффективность применения при укоренении одревесневших черенков мульчи из полимерной плёнки – в питомнике смородины светонепроницаемой, свето-

прозрачной с применением гербицидов или затенением и винограда; прозрачной плёнки с применением гербицида или притенением, чёрной мульчирующей плёнки и специальной бумаги – при закладке товарных насаждений смородины одревесневшими черенками. Мульча имела комплекс влияющих факторов, определяющих процесс получения саженцев. Выявлено, что укрытие почвы плёнкой активно влияет на микроклимат приземного слоя воздуха – температура воздуха повышается, влажность – снижается.

Динамика протекающих тепловых процессов зависит от степени прозрачности используемых плёнок. В солнечную погоду почва под прозрачной плёнкой накапливает тепла больше, чем при использовании чёрной плёнки, но потери тепла в ночное время под прозрачной плёнкой выше. Аккумуляции тепла под плёнкой способствует капельный конденсат влаги, образующийся на прилегающей к почве поверхности плёнки, и непрозрачный для тепловых лучей. Установлено, что поступление тепла в почву, укрытую прозрачной полиэтиленовой плёнкой на 40...46 % выше, чем в открытую.

Степень влияния плёночной мульчи на тепловой режим почвы в значительной мере зависит от способа мульчирования и площади отверстий в плёнке. Мульчирование широкими полосами плёнки ускоряет прогревание и в большей мере повышает температуру почвы, чем при использовании узких полос. Увеличение площади отверстий для растений в плёнке снижает нагрев почвы.

Влияние дымчатой плёнки на тепловой режим почвы определяется степенью её прозрачности. Чем меньше сажи входит в состав сырья, из которого изготовили плёнку, тем больше её спектральная прозрачность, и по своему влиянию она приближается к прозрачной плёнке.

Анализ теплового баланса показывает, что при плёночном мульчировании сокращаются затраты тепла на испарение в два с лишним раза, на турбулентную теплоотдачу с воздухом на 17 %, поток тепла в почву увеличивается на 25 %. Следует отметить,

что на открытой почве потери тепла на испарение составляют 40...80 % от поступающей солнечной радиации, а при мульчировании лишь – 20...40 %.

При этом среднесуточные температуры поверхности почвы под чёрной мульчирующей плёнкой обычно близки к аналогичным показателям на открытой поверхности почвы.

При мульчировании почвы чёрной плёнкой теплопередача происходит следующим образом: во время солнечного сияния, большая часть лучистой энергии приходящаяся, как известно, на видимую область спектра, поглощается плёнкой, которая, значительно нагреваясь, передаёт тепловую энергию воздуху над плёнкой и почве через тонкую воздушную прослойку между плёнкой и почвой, обусловленную шероховатостью последней.

Ночью и в пасмурные дни потери тепла, аккумулярованного почвой, происходят медленно, так как прослойка воздуха препятствует конвективному выхолаживанию почвы. Термическое сопротивление усиливается слоем воды, конденсировавшейся на нижней стороне плёнки, сдерживающей длинноволновое инфракрасное излучение. Всё это в совокупности с отсутствием потерь тепла на испарение стабилизирует температуру почвы, предохраняя от резких охлаждений ночью и в пасмурные дни и перегрева в максимумы поступления солнечной энергии. Аналогичные процессы протекают при использовании в качестве мульчи специальной бумаги. На термический эффект от мульчирования в значительной мере оказывают влияние климатические и локальные метеорологические условия.

В 1960-е годы с увеличением производства полимерной плёнки в России, а также механизированного расстила на почве дали возможность использовать её в качестве мульчирующего материала. Для мульчирования применяют различные полимерные материалы, в зависимости от окраски материала, влияние на почву и микроклимат приземного воздуха по-разному оказывает влияние. Это необходимо учитывать при применении мульчи-

рующих материалов в различных климатических зонах страны и за рубежом. Достижимый эффект от мульчирования почвы определяется в основном оптическими свойствами используемых плёнок. Светопрозрачные плёнки характеризуются интенсивным прогревом почвы, светоотражающие (молочно-белые, алюминированные) – улучшением освещённости внутри травостоя, светонепроницаемые (чёрные) – подавлением сорной растительности.

В связи с практически полной влагонепроницаемостью все виды мульчплёнок улучшают водный режим в корнеобитаемом слое почвы и вследствие этого ускоряют созревание культур и повышает урожайность. При всех перечисленных положительных качествах мульчирующих материалов, влияние на урожайность проявляется не везде одинаково. Так в регионах с недостаточным увлажнением, мульчирующие материалы играют положительную роль, улучшая водоснабжение растений, позволяя экономить поливную воду (в условиях орошения). На почвах, избыточно увлажнённых, мульчирование может ухудшать аэрацию почвы и тем самым отрицательно сказываться на урожае.

Степень снижения испарения определяется величиной площади мульчирования – чем больше площадь, укрытая плёнкой, тем меньше потери влаги на испарение. При ширине полос 8 см, положительного эффекта на влажность почвы не обнаруживается, но с увеличением её ширины от 15...60 см влажность почвы повышается. Это обуславливается сочетанием капиллярного подтока влаги из нижних слоёв почвы и снижением поверхности испарения.

Под мульчирующей плёнкой на протяжении всего периода использования влажность почвы не опускается ниже 85...90 % ППВ, в то время как влажность открытых участков сильно колеблется в зависимости от выпадения атмосферных осадков.

По сведениям К.-Н. Кромег, при расстоянии между растением и краем уложенного полотна мульчи менее 50 см потребность растений в воде вполне обеспечивается подтоком влаги выпадающих осадков.

Уменьшение вертикального стока воды выражается также и в снижении вымывания из пахотного слоя почвы удобрений, что позволяет сократить дозу их внесения и предотвратить загрязнение окружающей среды. Этот эффект отмечен исследователями в школе клоновых подвоев яблони и питомнике декоративных культур.

Имеется опыт применения мульчирования на производственных плантациях земляники: черной полиэтиленовой плёнки – и специальной мульчбумаги. При этом за счёт совокупного положительного влияния мульчи на условия роста и развития растений, отмечено увеличение урожая в среднем за 4 года на 13...14 % (при использовании чёрной полиэтиленовой плёнки), ускорилось созревание ягод на 3...5 дней и повысилось качество урожая. Расчёты показывают, что при выращивании земляники с мульчированием почвы прямые затраты труда в целом по технологии снизились на 60 % по сравнению с контролем и в два раза в пересчёте на единицу продукции.

За рубежом также мульчируют земляничные плантации: в Германии, Швеции – лучшей считается полихлорвиниловая плёнка толщиной 0,03 мм, Италии – почву укрывают полиэтиленовой плёнкой, толщина которой обуславливается сроком использования: 0,05 мм – 1 год; 0,1 мм – 2 года; 0,15 мм – 3 года. Отмечено ускоренное созревание ягод. Для формирования мульчированных гряд, расстила плёнки, её перфорации в Швеции и Италии используется несколько однооперационных машин.

Компания «Нетафим» (Израиль) для получения раннего урожая земляники предлагает систему её выращивания в тоннельных укрытиях с использованием мульчирования и капельного орошения. Для мульчирования почвы применяется тёмная плёнка толщиной 0,04...0,05 мм. Выделены эффекты от такого способа выращивания: угнетение сорняков, повышение температуры в области корневой системы (примерно на 2 °С), экономное расходование поливной воды, равномерная влажность почвы в зоне расположения корней, сбор урожая возможен в любое время, независимо от полива,

автоматизация процесса полива и совмещенных с ним подкормок, отсутствие смыва пестицидов, наносимых на листья при поливе.

Светонепроницаемая полиэтиленовая плёнка в качестве мульчи угнетает сорную растительность. Поэтому её целесообразно применять в питомниках при многострочных схемах посадки растений, когда затруднительна механизированная междурядная и межстрочная обработка почвы. Опыты показали: при посадке одревесневших черенков чёрной смородины в питомнике с предварительным мульчированием снижаются совокупные затраты труда на закладку и уход за питомником (на закладке затраты труда увеличиваются из-за ручной посадки черенков, а на уходе значительно сокращаются в два раза благодаря исключению прополки).

J.M. Hamel (Франция) применительно к питомникам выделил следующие преимущества мульчирования: увеличения ритма роста, сокращение длительности фаз роста, концентрация корней в почве под плёнкой.

В 60-е годы XX в. было доказано, что плотность почвы под плёнкой за 2 года не изменяется, она даже ниже, чем на периодически обрабатываемых участках без мульчи и установили, что мульчирование препятствует образованию почвенной корки и препятствует вымыванию питательных веществ из корнеобитаемого слоя. Отмечено, что мульчирование, влияя на параметры микроклимата почвы, даёт эффект, сходный с плёночными теплицами. Аналогичные преимущества мульчирования указывают и ряд зарубежных исследователей: из Германии – Glössl, Kromer, Krukenberg, Vogel; Франции – Hamel, США – Lawson.

За рубежом мульчирование полиэтиленовыми плёнками применяется в сельском хозяйстве при выращивании винограда, кукурузы, сахарной свёклы, подсолнечника, огурцов (США, Италия, Франции, Германии) при выращивании земляники (Финляндия, Израиль), выращивании риса (Япония).

В 1968–1969 гг. учёными из Научно-исследовательского института овощного хозяйства проводились исследования примене-

ния синтетических плёнок в качестве укрывания многолетних культурах, таких как: ревень, спаржа, щавель, луки многолетние, эстрагон, хрен. Использование плёнок позволило ускорить получение продукции на 10...15 дней в ранне-весенний период у лука многолетнего, щавеля, ревеня, на 8...10 дней у зеленных культур (петрушка, сельдерей, салат, укроп, шпинат). Благодаря использованию чёрной плёнки на отбеливании спаржи снят трудоёмкий приём отбеливания навозом. Опыты с применением полиамидной и полиэтиленовой плёнки в качестве мульчирующего материала на растениях огурца, обеспечил получение ранней продукции, что в дальнейшем повлияло на увеличение общего урожая и дохода.

В засушливых и полузасушливых климатических зонах, отличающихся высокой интенсивностью солнечной радиации, низкой влажностью воздуха и высоким испарением влаги из почвы одним из путей интенсификации производства продукции растениеводства является мульчирование чёрной светонепроницаемой плёнкой. Для создания более благоприятных условий выращивания и успеха производства, мульчирование сочетают с капельным поливом (оборудование укладывается под плёнку).

В 1973–1977 гг. А.И. Киселёвым и А.А. Ослоповым в совхозе «Майский» Вологодской области проводились исследования по размножению смородины с использованием в качестве мульчи светопроницаемой полиэтиленовой плёнки. Результаты показали увеличение приживаемости черенков при более раннем начале корнеобразования. Наблюдалось увеличение укоренения черенков чёрной смородины по сравнению с открытым грунтом на 17...25 %, красной смородины на 7,2...15 %, и увеличивался выход стандартных однолеток до 75,4...80,5 %, что сопоставимо с эффективностью выращивания посадочного материала в плёночных теплицах. Температура почвы под мульчирующим материалом была на 3...8 °С выше по отношению к температуре в открытом грунте. Укореняемость черенков увеличилось на 7...25 % и выход стандартных саженцев на 30...45 %.

Одним из способов повышения коэффициента размножения смородины является размножение короткими одревесневшими черенками. На Вологодском опорном пункте НИЗИСНП с 1979 г. изучали размножение смородины одно-двухпочковыми черенками. Черенки длиной 3...7 см высаживали вертикально, полностью заглубляя их в почву, по схеме 10×10 см. Сравнивали варианты: 1 – установка над черенками после посадки бескаркасного микроукрытия (ширина 80 см, высота 30 см) из светопрозрачной плёнки; 2 – мульчирование почвы прозрачной плёнкой с затенением её слоем опилок (толщина 1...2 см) и аналогичным микроукрытием; 3 – мульчирование почвы с притенением её опилками через 2 недели после посадки. Лучшие результаты (по укоренению и длине побега) получены в 1-м и 3-м вариантах.

С 1974 г. в НИЗИСНП проводили оценку способа предпосадочного мульчирования почвы всходозащитной бумагой на производственных плантациях чёрной смородины и земляники. Всходозащитная бумага была разработана Центральным НИИ бумаги (пос. Правдинский, Московской обл.). Бумага полностью разлагалась за 2...3 года, не засоряя почву остатками (что имеет место при использовании обычных полимерных плёнок). Было подтверждено влияние мульчи и частично установлена степень этого влияния на испарение влаги из почвы, улучшение водного, температурного и воздушного режимов почвы, что обеспечивало интенсивный рост корней, повышение урожайности, более раннее и дружное созревание ягод.

В ОПХ НИЗИСНП в 1989–1992 гг. провели серию двухлетних опытов по изучению влияния мульчирования почвы школы чёрной полиэтиленовой плёнкой перед посадкой одревесневших черенков смородины на заселённость галлицами получаемых саженцев. Получены результаты: на корнях опытных растений коконов галлиц не обнаружено (в контроле – в среднем 4,4 кокона на 10 растений); укореняемость черенков увеличилась на 12 %; высота саженцев на 25 % выше контроля; были исключены про-

полки (против трех в контроле); рентабельность мероприятия составила 1100 %.

С целью устранения дефицита посадочного материала в 1986–1990 гг. в Гродненской области была проведена работа по совершенствованию технологии выращивания саженцев чёрной смородины одревесневшими черенками. При этом изучали влияние схем посадок и способов содержания почвы (мульчирование чёрной и светопрозрачной полиэтиленовой плёнкой) на приживаемость и выход стандартных саженцев. Почву укрывали полосами чёрной и светопрозрачной плёнки шириной 20, 40 и 60 см и толщиной 0,12 мм. Светопрозрачную плёнку присыпали сверху тонким слоем почвы.

Исследования показали, что 3...4-кратное загущение по сравнению со стандартными нормами не угнетает рост саженцев. Загущение даёт возможность располагать черенки в двух- или трёхрядной ленте с высадкой до 550 тыс. шт. на гектаре. При ленточном размещении расстояние между осями лент 80...90 см, между рядами в ленте 20 см и между черенками в ряду 5...10 см. В данных опытах мульчирование почвы увеличило сумму активных температур на 40...85 °С по сравнению с контролем и повысило среднегодовую влажность почвы на 4,8...5,7 % ППВ. Это в свою очередь выразилось в повышении укоренения черенков на 3...19 %.

При использовании светопрозрачной мульчирующей плёнки была выявлена необходимость либо присыпать её почвой, либо применять гербициды. В противном случае сорняки растут интенсивно и, поднимая плёнку, нарушают тепловой и водный режимы почвы. При чёрной плёнке сорняки появляются лишь через отверстия и разрезы в ней.

В целом было сделано заключение о высокой эффективности агроприёма, т. к. выход саженцев в опытах превысил общепринятую технологию в 4 раза. Плёночная мульча обеспечила решение вопросов поливов, борьбы с сорняками и обработки почвы в рядах, обеспечив тем самым снижение себестоимости саженцев.

К аналогичным выводам при использовании мульчи в школе смородины пришли специалисты из Гродненского зонального НИИ сельского хозяйства (Беларусь). Проведенные исследования показали возможность использовать в мульчированной школе многострочные схемы (двухстрочные 70 + 20, трёхстрочные 70 + 20 + 20, с густотой в ряду 5 и 10 см) без взаимного угнетения молодых растений. Отмечено увеличение среднегодовой влажности почвы под плёнкой на 5...6 %. Мульчирование ленточной посадки плёнкой увеличило выход саженцев по отношению к открытой почве у чёрной смородины на 5...9 %, а у красной на 5...21 %; длина корней и побегов в среднем увеличилась на 15...25 см. Мульчирование почвы снизило энергоёмкость выращивания саженцев в 2 раза, в расчёте на 1 тыс. саженцев она составила 0,64 МДж.

Агрофизическим институтом проводились исследования по мульчированию почвы с различными культурами в различных природно-климатических зонах страны. Во всех опытах мульчирование почвы полиэтиленовой плёнкой ускорило развитие растений и повышало урожайность. Для мульчирования почвы в опытах использовали чёрную (светонепроницаемую) и светопрозрачную полиэтиленовые плёнки шириной 1,2...1,4 м и толщиной 0,06...0,08 мм. Исследования показали, что наиболее эффективной для повышения количества и качества урожая следует считать светопроницаемую полиэтиленовую плёнку, однако если будет решена проблема борьбы с сорняками.

В Латвийском НИИ земледелия и экономики сельского хозяйства с 1964 по 1975 г. Н.М. Козулиной исследовалась эффективность мульчирования почвы при выращивании огурцов. Светопрозрачную плёнку укладывали машиной.

Одновременно с мульчированием машина делает надрезы в плёнке в два ряда с расстоянием между ними 50 см, в рядке – 30 см. Семена по 3...4 высевали в разрезы, после всходов в гнезде оставляли по два растения. Выявлена высокая эффективность

мульчирования почвы светопроницаемой плёнкой по сравнению с дымчатой и чёрной полиэтиленовой. Форма надреза на плёнке не различна для развития растений, главным образом в начальный период. Из проверенных двух форм перфорации (10 × 10 см) – крестом (+) и квадратом (□) – наилучшей оказалась первая. При крестообразном надрезе урожай за первые две декады собран на 26,2 % выше, чем при квадратном, что обуславливается несколько лучшим температурным режимом.

Огурцы – теплолюбивая культура, и на почве, мульчированной плёнкой, рост растений идёт быстрее, плодоношение наступает на 5...20 дней раньше.

Урожайность, по данным 6-летних исследований (1964–1970 гг.), увеличилась в среднем в 1,8, а рентабельность производства – в 2,8 раза.

В результате исследований, проведённых Т.С. Якубицкой в опытном хозяйстве «Русиновичи» БелНИИКПО, установлено, что светопроницаемая мульчирующая плёнка шириной 120...150 см и толщиной 0,05...0,1 мм создаёт благоприятные условия для роста и развития растений: повышает температуру почвы на 3,2 °С на глубине 10 см и приземного слоя воздуха на 3,7 °С, улучшает режим влажности почвы и препятствует образованию почвенной корки. Мульчирующая плёнка уменьшает испарение влаги с поверхности почвы в сухую погоду и снижает переувлажнение её при обильных осадках.

При мульчировании почва лучше прогревается в первые четыре – шесть недель, пока она слабо затеняется вегетативной массой самих растений. Благоприятный микроклимат, который создаёт плёнка, повышает полевую всхожесть семян, обеспечивает дружные всходы, ускоряет на пять – семь дней их появление и способствует быстрому росту и развитию растений. Созревание плодов наступало на 5...13 дней быстрее, урожай ранней продукции получен в 7...10 раз, а общей товарной – 2,5...3 раза выше, чем без мульчирования.

За рубежом используют большой ассортимент плёнок для мульчирования (преимущественно в овощеводстве): прозрачные; чёрные; прозрачные, обработанные гербицидом; цветные; металлизированные; белые с одной стороны, чёрные – с другой; плёнки с полосами, сдерживающими тлю.

В 1974–1975 гг. в Бадене (Германия) проведены опыты по применению плёнки в виноградной школе. Основными результатами их стали: применять в школе целесообразно полиэтиленовую плёнку толщиной от 0,05...0,06 до 0,1 мм. Мульчирование по сравнению с традиционной посадкой позволяет сократить глубину посадки черенков до 15 см и отказаться от окуливания. Благоприятна поздняя весенняя посадка, исключая низкотемпературный шок от поздних заморозков, при этом укладка плёнки за 5...6 недель до посадки позволяет сохранить почвенную влагу и обойтись без орошения.

Было замечено, что посадка черенков по плёнке впрокол чревата отрывом частиц полиэтилена, которые могут, обволакивая нижнюю часть черенка, привести к угнетению образования корней, что снижает выход качественных саженцев. Аналогичный эффект оказывают остатки плёнки, накопленные в почве в случае не полного её удаления в прошлые годы. Как выход была рекомендована перфорация плёнки перед укладкой и полное удаление плёнки с поля после использования. В США специально для мульчирования выпускают плёнки с перфорацией (200...500 отв./м<sup>2</sup>) и со щелеванием (30000 щелей/м<sup>2</sup>).

В Германии в 1974–1977 гг. проведены исследования по изучению мульчирования виноградной школы чёрной полиэтиленовой плёнкой. Оптимальным признано расстояние между черенками в ряду 6...8 см при глубине посадки 15 см. Наиболее высокие результаты по выходу и качеству саженцев достигнуты при сочетании парафинирования лоз и мульчирования почвы. В условиях переувлажнения (1975 г.) товарный выход на мульчированных вариантах составил 40 %, тогда как в контроле лишь 5 %. Мульча

повышала температуру почвы в области основания прививки на до 5 °С, на 5...8 ч в сутки. В результате опытов рекомендована посадка черенков в мульчированный валок на глубину 10 см – для холодных почв, склонных к переувлажнению и «плоская» посадка по мульче на глубину 15 см – для лёгких, проницаемых почв, подверженных быстрому иссушению.

Немецкие специалисты в 1990–1992 гг. провели исследования по оптимизации схемы посадки виноградной школы с мульчированием, при отсутствии орошения. Междурядье в школе было 1,2 м, варианты интервалов посадки: 6, 12 и 18 см, также исследовалась двухстрочная посадка с расстоянием между строками 30 см. Отчётливое повышение прироста наблюдалось при увеличении интервала посадки с 6 до 12 см, в то время как при расстоянии 18 см значимого эффекта не выявлено. Двойные ряды с шагом посадки 6 см показали выход в 3 раза ниже, чем однорядная посадка. Этот результат исследователи объясняют отсутствием орошения на фоне того, что годы проведения опытов были относительно сухие.

Положительное действие применения светонепроницаемой плёнки было доказано в лесных питомниках. В 1983–1984 гг. были проведены исследования мульчирования почвы на посевах берёзы в Шахматовском опытно-производственном питомнике Оренбургской области. В опыте применяли несколько вариантов мульчирования: сплошное с перфорацией посевных мест по узкострочной 5 + 25 + 5...25 + 5 + 25 + 5 + 60 см и широкострочной 20 + 35 + 20 + 60 см схемам посева, ленточное по этим же двум схемам.

Установлено, что мульчирование чёрной полиэтиленовой плёнкой способствовало значительному изменению почвенных условий: днём почва имела более низкие температуры, чем на открытой поверхности, а в ночное время суток – более высокие (этот эффект особенно проявляется в условиях резко континентального климата района); в пасмурные дни плёнка препятствует

выхолаживанию почвы; мульча снижает испарение и поддерживает равномерную влажность почвы, а в периоды ливневых осадков предотвращает переувлажнение; отмечено улучшение физических свойств – корка на поверхности не образовывалась, твёрдость почвы под мульчёй была на 5...7 кг/см<sup>2</sup> ниже, чем в контроле, хотя в последнем периодически проводились рыхления. Улучшение физических свойств почвы под мульчёй оказало влияние на интенсивность выделения углекислого газа: под плёнкой она была в 1,5...2 раза выше, чем в контроле. При этом наблюдалось сокращение количества сорняков при сплошном мульчировании на 90 %, при ленточном – на 65...75 %.

Все описанные положительные факторы мульчирования обусловили лучшее развитие сеянцев берёзы. Выход стандартных сеянцев в 1984 г. составил при сплошном мульчировании – 24...29 %, при ленточном – 51...68 %, в контроле 12...15 %.

При исследованиях в питомнике клоновых подвоев яблони Ю.В. Трунов выявил комплексное положительное влияние мульчирования чёрной полиэтиленовой плёнкой. Было отмечено повышение скорости нарастания массы корней и листьев; активизация роста всасывающих корней; равномерный рост корней в течение вегетационного периода; формирование более разветвлённой корневой системы, чем в открытой почве; повышение, как корневого, так и (как следствие) фотосинтетического потенциала растений; увеличение в 1,5 раза биологической продуктивности подвоев; завершение роста на 1...2 недели раньше, чем в контроле (открытая почва).

Во ВНИИВ им. Я.И. Потапенко разработана принципиально новая технология получения саженцев винограда, основанная на использовании фоторазрушаемой плёнки и аэрозольного полива. Использование разрушаемой плёнки позволяет избежать при выкопке повреждения саженцев и забивания выкопчной скобы, а также засорения полей остатками полимеров. Установлено, что плёнка зелёного цвета (К-15 из фоторазрушаемой композиции

71СТП 05-85–80) со сроком деструкции на почве 175 дней обеспечивала оптимальные условия приживаемости и развития черенков. Норма её расхода на гектар при толщине от 50 до 100 мкм составляет 500...1000 кг. Укладывают плёнку механизировано, специально разработанной машиной.

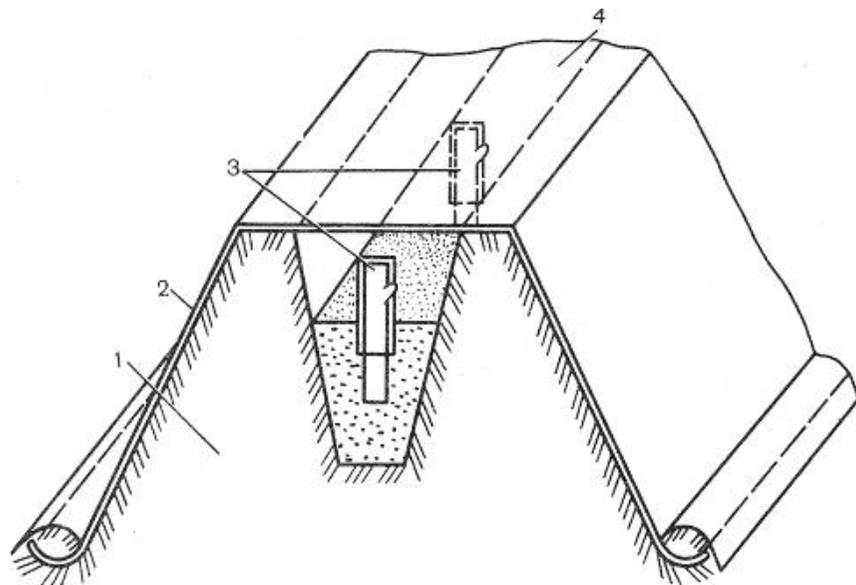
Применяют трёхстрочную схему посадки 20 + 20 + 70 × 10 см. Посадку по предварительно замульчированному полю проводят в конце марта – начале апреля (при температуре почвы 10...12 °С на глубине 20 см). Посадочные места разбивают шаблоном-маркером. Черенки длиной 25...30 см высаживают вертикально, оставляя на поверхности 1...2 глазка.

Оптимальные условия укоренения, роста и развития обеспечивают аэрозольными поливами. При первом – увлажнительном (после посадки) доводят влажность почвы до 90...95 % ППВ. Последующие поливы проводят с 9 до 16 ч каждые 1...2 ч. Разовая норма зависит от влажности воздуха и почвы и достигает 3 м<sup>3</sup>/га. Необходимый расход обеспечивает стационарная оросительная установка ВНИИВ. Рекомендуется использовать переоборудованную установку ДДА-100М. Вместе с поливной водой каждые 2...3 недели вносят удобрения.

Опыты подтвердили высокую эффективность данной технологии (выход саженцев доходит до 250...300 тыс./га). Возможно получение саженцев из укороченных черенков, что позволяет ускоренно размножить дефицитные сорта винограда, способ приемлем как для корнесобственных, так и для привитых саженцев.

Для получения саженцев винограда из зелёных черенков во ВНИИВ им. Я.И. Потапенко разработана технология, предполагающая посадку черенков в ряды высотой 40...50 см, нарезанные осенью с междурядьем 1,4...1,5 м. Черенки нарезают, после этого для задержки роста побегов и перенаправления питательных веществ на развитие корней верхние части черенков заключают в оболочку из термоусадочной плёнки и проводят механизированную посадку. При посадке формируется бескаркасный тоннель сечением,

которого представлено на рис. 1. Это позволяет поддерживать на этапе укоренения черенков температуру почвы порядка 20...25 °С, влажность почвы – 86...100 % ППВ, влажность воздуха 85...95 %, что благоприятно сказывается на укоренении черенков. Своевременная посадка делает возможным не проводить поливы школы.



**Рис. 1. Схема посадки черенков в бескаркасном тоннеле:**  
1 – гряды; 2 – плёнка; 3 – черенки; 4 – щель на поверхности гряды (ВНИИВ им. Я.И. Потапенко, 1988 г.)

Все процессы мульчирования плёночным материалом можно механизировать. Но в номенклатуре выпускаемых в нашей стране сельскохозяйственных машин нет машины для расстила мульчирующей плёнки. Поэтому пока возможно проводить мульчирование на небольших площадях, расстилая и фиксируя плёнку вручную, что трудоёмко. Трудоёмкость ручного расстила и фиксации бумажной мульчи, по данным М.Е. Панченко, составляет от 14 до 20 трудодней (т.е. 98...140 чел.-ч/га). При укладке плёнки затраты труда составляют 30 чел.-ч/га.

Располагая приведенными ранее достоверными результатами о положительном комплексном влиянии мульчирования на

факторы жизни растений, правомерно ставится вопрос о необходимости более широкого применения мульчирования плёнками, как эффективного агроприема, особенно в современных условиях снижения стоимости полимеров и расширения их ассортимента, что раньше было одним из сдерживающих факторов.

Наряду с достоинствами мульчирование не лишено и недостатков. Так, например, для полиэтиленовой плёнки это: непроницаемость для осадков, большие затраты на укладку (при условии отсутствия технических средств), сложность удаления, необходимость утилизации, возможность переселения под плёнку некоторых вредителей (слизней, жужелиц, мышей), повреждение мульчи птицами. Также есть вероятность возникновения под плёнкой анаэробных условий (приводят к удушью корневой системы), весной на мульчированных участках задерживается созревание почвы, затруднено проведение подкормок растений.

Наиболее отзывчивой культурой на мульчирование в разные годы исследований оказался огурец. Благоприятный микроклимат в приземном слое обеспечил во всех зонах страны более интенсивный рост и развитие растений огурца. В Северо-Западной и Центральной зонах при мульчировании посевов бумагой огурцы созревали на 8...14 дней раньше, а прибавка урожая в зависимости от года составляла более 45 %.

Опыты И.Н. Котовича показали, что мульчирование чёрным сетчатым полимерным материалом ухудшает водный режим почвы за счёт значительного увеличения испарения.

Следует отметить, что все исследователи при некотором расхождении в определении температурных параметров, что связано с проведением исследований в различных зонах страны, едины в том, что мульчирование как светопрозрачной, так и чёрной плёнкой повышает влажность почвы.

## Глава 2. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО ГРУНТА

**Тоннельные малогабаритные укрытия:** широко применяются в нашей стране и за рубежом на десятках тысяч гектаров, особенно в южных странах с мягким климатом для получения ранней продукции овощей высокого качества. В России тоннели наиболее широко используются производителями ранних овощей в южных районах (рис. 2, 4), а также населением на приусадебных и дачных участках более северных широт для получения гарантированного и раннего урожая в первую очередь теплотребовательных овощных культур.



Рис. 2. Тоннельное малогабаритное укрытие с плёночным покрытием

Каркас тоннельных укрытий изготавливают из оцинкованной проволоки диаметром 5...6 мм, лозы, ивы, орешника или бамбука. Отрезки проволоки или древесного материала по 160 см изгибают дугой и концы их заглубляют в землю на глубину 15 см через каждый метр гряды. По верху дуги связывают между собой шпагатом, концы которого по торцам привязывают к колышкам. Для устройства таких укрытий необходимо иметь 7100 дуг на

1 га. Каркасы накрывают плёнкой, в некоторых случаях используют нетканые укрывные материалы, края укрепляют землёй или прижимают жердями.

Более надёжным является закрепление плёнки проволочными дужками, устанавливаемыми над полотнищем плёнки. Для установки укрытий на площади 1 га требуется 1500 кг проволоки и 800...1000 кг плёнки толщиной 0,08...0,1 мм. Для покрытия временных (со сроком использования 1,5...2 месяца) малогабаритных тоннелей шириной в основании 70 см целесообразно применять плёнку толщиной 80 мкм и шириной 150 см. Для вентиляции тоннелей плёнку перфорируют в виде круглых отверстий, щелей или продольных разрезов с учётом требований выращиваемой культуры. С этой целью вместо плёнки тоннели укрывают нетканым микропористым полимерным материалом удельной массой 30...60 г/м<sup>2</sup> (Лутрасил, Спанбонд, Агрил и др.) зависит от сроков, продолжительности эксплуатации и ассортимента выращиваемых растений (рис. 3).



Рис. 3. Нетканые материалы в рулонах разного цвета и плотности

На больших площадях используют машины для установки и снятия тоннелей с посевов. Укрывные материалы могут быть чёрного и белого цвета, в составе часто присутствует стабилизатор

ультрафиолетового излучения, увеличивающий длительность эксплуатации, и углерод технический, придающий чёрный цвет. Укрывные материалы встречаются в продаже в виде рулонного полотна и продаётся по метрам. Полиэтиленовую плёнку выпускают в рулонах длиной 50...100 м в виде рукава, его ширина по ГОСТ составляет 1,5; 2 или 3 м.

Толщина плёнки может варьироваться от 40...200 мкм. Нетканые материалы продаются в различных вариантах: в виде отрезков разного размера (шириной от 0,8...3,2 м и длиной до 10 м), рулонах (ширина до 3,2 м длина 150...500 м).



Рис. 4. Тоннельное малогабаритное укрытие с нетканым материалом

**Бескаркасные временные укрытия** в нашей стране и за рубежом всё шире используются при выращивании овощных культур, в том числе картофеле для получения ранней продукции (рис. 5), плодово-ягодных культур, кукурузы, хлопчатника и др.

В ранневесенний период тонкую плёнку или нетканый материал расстилают по посевам или посадкам овощных культур на 15...60 дней, что усиливает прогревание почвы, ускоряет появление всходов и рост, препятствует образованию почвенной корки и доступу к растениям вредителей.

По результатам научных исследований урожай созревает раньше и увеличивается в среднем на 20...30 %, по отношению с открытым грунтом.

В качестве укрывного материала в открытом грунте рационально использовать тонкие полимерные материалы, которые позволяют снизить расход и затраты на их приобретение и использование, а также не повреждают растения.



Рис. 5. Салат-латук, ранневесенний период вегетирующих растений в открытом грунте. Нетканый укрывной материал (Лутрасил) 17 г/м<sup>2</sup>, Московская область, Дмитровский район

Из плёночных материалов этим требованиям в наибольшей степени отвечает фоторазрушаемая полиэтиленовая плёнка толщиной 40...60 мкм отечественного производства с различными сроками начала саморазрушения в зависимости от марки сырья и особенностей изготовления:

- марка сырья 108-70 с радиационным облучением – 20 дней;
- марка сырья 108-70 без облучения – 45 дней;
- марка сырья 108-71 без облучения – 60 дней.

Сроки разрушения в зависимости от погодных условий (притока солнечной радиации и температуры) могут отклоняться от приведённых на 5...7 дней. Основное преимущество фоторазрушаемой плёнки заключается в том, что её не нужно снимать с по-

сево́в и уби́рать с по́ля. В результате полного саморазрушения (через 1...3 недели).

В последние годы для бескаркасных укрытий широко применяют нетканые микропористые материалы различных марок: укрытия для растений представляют собой полотна различных размеров, которыми накрываются или мульчируются растения. Укрывные материалы изготавливают из химического волокна, **переплетенных и скрепленных особым образом нитей**, имеют разную плотность и обеспечивают защиту от холодного воздуха, обветривания и губительного действия ультрафиолетовых лучей. Нетканые материалы хорошо пропускают воздух, задерживая при этом влагу в земле. Нетканые материалы способствуют интенсивному прогреву почвы и задержке тепла в её поверхностном слое. Эффективны в борьбе с сорной растительностью, не получающей нужного для фотосинтеза количества света. Материалы обладают хорошей пропускной способностью – пропускают воду, жидкие комплексные удобрения, углекислый газ. В числе преимуществ можно отметить сокращение объёма испарений с поверхности почвы, препятствию развитию гнили или плесени под материалом, длительный срок службы, лёгкость и прочность.

*Лутрасил* – лёгкий, эластичный материал, похожий на паутину, не образует конденсата и имеет разную плотность. Используется для защиты растений от заморозков и других неблагоприятных явлений природы. Материал разделяют на **4 вида** в зависимости от его плотности. Каждый из них имеет свои характеристики, которые определяют способ и особенности его применения.

*Плотность 17 г/м<sup>2</sup>* – тонкое, легкое агropolотно, используемое для укрывания засеянных посадок (рис. 6, 7). Укладывается непосредственно на почву, не требует фиксации или установки опор – чтобы материал не сдуло ветром, достаточно придавить его камнями или досками. Он способствует прогреванию грунта, защищает от понижения температуры до  $-3^{\circ}\text{C}$ . Тонкий лутрасил не ломает растения, а поднимается вместе с ними, про-

должая выполнять свои функции. Поливать посадки можно поверх укрытия, так как оно хорошо пропускает воду и удерживает ее в толще грунта. Из-за низкой плотности не способен защитить растения от обильных осадков (например, града), а культуры с толстыми ветвями могут прорвать материал.



Рис. 6. Салат-латук в период вегетации под укрывным материалом Лутрасил плотностью 17 г/м<sup>2</sup>



Рис. 7. Применение укрывных материалов различной плотности на посадках картофеля раннего. УНПЦ ООС им. В.И. Эдельштейна (фото М.Е. Дыйкановой)

*Плотность 30 г/м<sup>2</sup>* – достаточно плотный агротекстиль, который используется не только для укрывания посадок, но и для организации небольших теплиц. Материал защищает растения от заморозков до  $-5^{\circ}\text{C}$ , перегрева в жаркое время года, птиц, вредных насекомых, сильного дождя. Может использоваться для защиты крупных культур – кустарников, саженцев плодовых деревьев.

*Плотность 42 г/м<sup>2</sup>* – прочный, но мягкий материал, который подходит для укрывания больших площадей. Хорошо имитирует снежный покров, что особенно важно поздней осенью и ранней весной, когда растения нуждаются в естественной защите. Защищает посадки от заморозков до  $-7^{\circ}\text{C}$ , пропускает солнечный свет, воздух и влагу. Эту разновидность лутрасила чаще всего используют для теплиц с рамной или туннельной конструкцией, которую можно легко разобрать. Благодаря эксплуатационным свойствам под укрытием образуется благоприятный для фотосинтеза микроклимат, но не накапливается конденсат. Материал способен выдержать сильный дождь и град, но при затяжных осадках его рекомендуется дополнительно накрывать пленкой

*Плотность 60 г/м<sup>2</sup>* – самое толстое, прочное полотно, которое применяется для организации парников и теплиц. В составе материала есть технический углерод, который придает ему черный оттенок, эластичность и непроницаемость для солнечных лучей, препятствует появлению сорняков. Выдерживает длительные заморозки, но лучше всего использовать полотно в комбинации с пленкой.

Лутрасил изготавливается в белом или черном цвете (рис. 8, 9), что также влияет на особенности его использования. Белое полотно применяется для защиты растений от негативных факторов или обустройства парников, а черное – для мульчирования почвы.

**Агрил** – материал отличается хорошей водо-, воздухо- и светопропускной способностью, хорошо прогревает почву, но вместе с тем хорошо рассеивает ультрафиолетовое излучение. Благодаря этому в холодное время растения защищены от переохлаждения, а в жаркий период не подвергаются воздействию высоких темпера-

тур, препятствует появлению почвенной корки и эрозии. Полотно, в зависимости от плотности и цвета, используется для мульчирования почвы или в качестве укрывного материала.



**Рис. 8. Нетканый материал чёрного цвета, предназначенный для мульчирования почвы**



**Рис. 9. Капуста белокочанная ранняя, после высадки рассады в открытый грунт. Нетканый укрывной материал (Лутрасил) 17 г/м<sup>2</sup>. Московская область, Дмитровский район**

Белый и черный Агрил устойчивы к плесени и гниению. Они обладают большой механической прочностью. Для мульчирования почвы применяется черный материал (Агрил), препятствующий проникновению солнечного света на поверхность грунта, что останавливает рост сорняков. Полотно укладывается на поверхность почвы, после чего в нем прорезаются отверстия с определенным шагом, для высаживания рассады или посева семян. Чёр-

ный материал для мульчирования рассчитан на эксплуатацию сроком в 5 лет, что позволяет применять его для мульчирования многолетних растений, таких как клубника. Он используется для выращивания и повышения урожайности многих видов овощей, не нуждающихся в культивировании. Черный Агрил сохраняет целостность при понижении температуры до  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Агрил белого цвета применяется для покрытия стеблевой части растений с целью защиты от неблагоприятного воздействия: холода, вредителей, ветра, прямых солнечных лучей. Белый укрывной материал создает благоприятный микроклимат в приземном слое воздуха. Выпускается с разной плотностью: 17, 30, 42, 60 г/м<sup>2</sup>. Тяжелый, наиболее плотный материал используется для защиты любых ранних посевов в открытом грунте от заморозков до  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . После появления всходов он убирается, поскольку создает давление на растение. Для продолжительной защиты растений используется легкий белый Агрил низкой плотности, который не перегружает своим весом тонкие молодые растения. Он подходит для томатов, перцев, баклажанов, капусты, салата, картофеля раннего и др. культур.

Облегченное укрывное полотно используется для постоянной защиты отдельных видов растений, не нуждающихся в опылении. Плотный и тонкий Агрил являются водо- и воздухопроницаемыми. Они пропускают достаточно рассеянного солнечного света для развития растений. При этом исключается появление ожогов на листьях и созревающих плодах. Покрытые плоды недоступны для птиц и большинства летающих насекомых вредителей. Препятствует быстрой потере влаги в грунте, что также способствует увеличению урожая.

**Спанбонд** – (агротекстиль, агроволокно) – нетканый материал, созданный на основе волокнообразующих полимеров, широко применяемый в сельском хозяйстве в качестве альтернативы укрывной пленке. В качестве сырья для производства материала используются волокнообразующие полимеры с широким молекулярно-массовым

распределением, такие как полипропилен, полиэтилен-терефталат (полиэстер), полиамид и др. Наиболее часто для производства спанбонда используется полипропилен, поскольку он позволяет получать наиболее плотное распределение волокон в холсте и обеспечивает высокую выработку волокон в перерасчете на килограмм сырья. Материал может быть белого и черного цвета (черный цвет имеет в составе добавку стабилизатора УФ-лучей, что повышает его эксплуатационные и технические свойства). Белым плотным материалом можно укрывать на зиму все виды растений.

**Агроспан** – материал в зависимости от плотности может использоваться в различное время года. Это синтетическое полотно, состоящее из множества полимерных волокон и имеет полупрозрачный белый, черный или другой цвет. От плотности зависит степень защиты от проникновения холодного морозного воздуха зимой и ультрафиолетовых лучей летом. Полотно устойчиво к действию гербицидов, пестицидов, используемых для обработки почвы, вредителей и др. Агроспан может прослужить в течении трёх сезонов, это наиболее **популярный укрывной материал, подходящий для использования в различное время года**. Синтетическое нетканое полотно состоит из множества полимерных волокон и имеет полупрозрачный белый, черный либо другой цвет. В зависимости от **плотности будет зависеть** степень защиты от проникновения холодного морозного воздуха зимой и испепеляющих ультрафиолетовых лучей летом. Тонкие волокна позволяют создавать материал с равномерным распределением плотности по всей ширине полотнища.

**Белый полупрозрачный материал** Агроспан предназначен непосредственно для защиты от холода, а также в зависимости от модификации – от снега зимой, града летом, от налета птиц и нашествия мелких грызунов (рис. 10, 11).

Для **укрытия всходов и защиты от резких перепадов температуры** ранней весной в южных регионах целесообразно использовать нетканый материал агроспан плотностью 17 или

30 г/м<sup>2</sup>, полотно является полупрозрачным, легко пропускает рассеянный солнечный свет и обеспечивает стабильный воздухообмен, снижает воздействие отрицательных температур на семена, молодые растения, саженцы. Такой пленкой накрывают растения, присыпая сверху грунтом либо песком. По мере повышения среднесуточной температуры воздуха полотно нужно постепенно убирать. При необходимости клубнику, другие неустойчивые к холоду культуры можно накрывать только ночью.



Рис. 10. Агротекс – для защиты плодов винограда от птиц и вредителей



Рис. 11. Агротекс – укрывной материал в ранневесенний период на овощных культурах в условиях защищённого грунта

*Агротекс* – материал отечественного производства, производимый по технологии спанбонд. Получают из расплавленного полипропилена фильерным способом, позволяющим сформировать синтетические волокна, которые склеиваясь между собой, образуют прочное полотно. Применяется для защиты растений от заморозков, вредителей и ультрафиолетовых лучей, может использоваться для зимнего укрытия роз и других теплолюбивых растений. Применяется как в крупных агропромышленных масштабах для укрытия посевов и посадок, так и на личных подсобных участках.

*Люмитекс* – ткань обладает способностью поглощать и удерживать долю УФ-лучей, тем самым предохраняя растения от перегрева. Материал хорошо пропускает воздух, воду. Это люминесцентный материал. Он аккумулирует световой поток, который необходим для развития растений, в пасмурную погоду. Одновременно отражает часть ультракрасного излучения, что предупреждает перегрев. Подходит для укрытия земляники и огурцов, способствует более раннему созреванию урожая.

*Агросуф* – используется для оборудования парников и защиты посадок от низких температур. Обеспечивает проветривание растений и поступление влаги, что благотворно сказывается на развитии растений. Материал отличается высокой прочностью и длительным сроком эксплуатации – в средней полосе России он может использоваться **три сезона**. Использование материала способствует без потерь перенести зимний период растениям клубники.

Все нетканые материалы используют для выращивания овощных культур (томат, перец, баклажан) и получения ранней продукции (салата-латука, картофеля раннего, капусты ранней, кабачков, огурцов), ягодных (клубника), виноградниках и др. культуры.

Нетканые материалы плотные 40...60 г/м<sup>2</sup> имеют низкую светопроницаемость (не более 55 %), они сильнее загрязняются и труднее отмываются. Применение таких материалов в качестве бескаркасных укрытий и на теплицах нецелесообразно.

Для бескаркасных укрытий следует применять самые лёгкие пористые материалы выше перечисленных марок массой 17...30 г/м<sup>2</sup>, которые в 2...4 раза легче плёнок и имеют преимущества:

- меньший расход материала на единицу укрываемой площади;
- сглаживает резкие перепады между ночными и дневными температурами и равномерно изменяет температуру воздуха в течение суток;
- повышенная проницаемость для рассеянного света, исключающая перегревы растений;
- хорошая воздухопроницаемость и водопроницаемость;
- защита овощных культур от насекомых вредителей;
- возможность изготовления и механизированного укрытия материалом большой ширины (6 м и более).

### **Глава 3. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МУЛЬЧИРОВАНИЯ**

В засушливых и полусушливых зонах, характеризующихся высокой интенсивностью солнечной радиации, низкой влажностью воздуха и высоким испарением влаги из почвы одним из путей интенсификации производства продукции растениеводства является мульчирование.

Мульчирование оказывает влияние на водный, воздушный и тепловой режимы почвы. Кроме того, мульча ускоряет биологические процессы в почве, обеспечивает лучшее снабжение растений питательными веществами. Всё это положительно сказывается на росте и развитии растений, ускоряет созревание и увеличивает урожай. Оно влияет также и на сорняки, и на некоторых вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур. Вполне понятно, что при таком комплексном действии мульчирования влияние его на урожайность также проявляется не везде одинаково.

Так, например, мульчирование, как правило, значительно уменьшает поверхностное испарение влаги почвой. Это обстоятельство увлажнением и в сухие годы играет положительную роль, улучшая водоснабжение растений, позволяя экономить поливную воду (в условиях орошения). Напротив, на почвах, избыточно увлажнённых, мульчирование может ухудшать аэрацию почвы, замедлять накопление нитратов и тем самым отрицательно сказываться на урожае.

При различной окраске материалов, используемых для мульчирования, они по-разному оказывают влияние на почву, что необходимо учитывать при использовании их для мульчирования в различных климатических зонах страны. Для мульчирования почвы используют полиэтиленовую плёнку различной светопрозрачности: светопрозрачную, и чёрную (светонепроницаемую) (рис. 12, 13), а также свето- и теплоотражающие (соответственно белые и металлизированные алюминием).

*Применение чёрной полиэтиленовой плёнки.* Для гарантированного успеха производства мульчирование сочетают с капельным орошением (посредством увлажнителей, уложенных под плёнку) в критические стадии роста возделываемых культур. Чаще механизировано формируют гряды и вручную укрывают их мульчёй (трудозатраты около 300 чел.-ч/га).



**Рис. 12. Земляника садовая мульчированная чёрным светонепроницаемым материалом**

Особое место среди овощных мульчирующих плёнок для открытого грунта занимает чёрная ПЭ плёнка, ГОСТ 10354–82, марки сырья 108...157 или 158...157. Данная плёнка отличается повышенным содержанием мелкодисперсной сажи, что хорошо стабилизирует её и делает полностью светонепроницаемой уже при толщине 40 мкм. Чёрная плёнка иначе работает в сравнение со светопрозрачной, это объясняется тем, что чёрная плёнка непроницаема для света и не даёт возможности быстрого нагрева почвы. Сама же плёнка, так как темнее почвы, в солнечные дни нагревается очень сильно, притягивая солнечные лучи. Прогрев почвы происходит путём теплопроводности от плёнки в почву, эффект теплоотдачи зависит от плотности прилегания плёнки на поверхности почвы. Ночью в пасмурные дни потери тепла, аккумуля-

мулированного почвой, происходят медленно, так как прослойка воздуха препятствует конвективному выхолаживанию почвы. Термическое сопротивление усиливается слоем воды, конденсировавшейся на нижней стороне плёнки, сдерживающей длинноволновое инфракрасное излучение.

Всё это в совокупности с отсутствием потерь тепла на испарение стабилизирует температуру почвы, предохраняя от резких охлаждений ночью и в пасмурные дни и перегрева в максимумы поступления солнечной энергии. В период выращивания растений менее резкие перепады температуры почвы способствуют благоприятному формированию корневой системы. Уложенная чёрная плёнка в открытом грунте может использоваться 3...4 года, она полностью подавляет рост сорняков в любой фазе их роста и развития и не загрязняет окружающую среду. Все перечисленные достоинства мульчи из чёрной плёнки позволяют эффективно её применять на многих овощных культурах, включая многолетние. Для мульчирования в течение одного сезона рационально использовать чёрную плёнку толщиной 40...50 мкм, в течение двух лет 60...80 мкм, трёх-четырёх лет 100...120 мкм.

Однако у данной плёнки, как и у большинства полиэтиленовых материалов, имеются недостатки. Во-первых, полиэтиленовые плёнки не пропускают влагу, поступающую в виде атмосферных осадков, во-вторых, при высокой температуре воздуха, под мульчирующим материалом увеличивается температура почвы, что негативно сказывается на развитии растений. По результатам исследований В.Ю. Ревенко, Р.Н. Зайцева выявлены некоторые недостатки применения чёрной полиэтиленовой плёнки. Воздухонепроницаемость полиэтиленовой плёнки имеет влияние на динамику внутрипочвенных процессов, приводя к росту количества патогенных бактерий, возникновению корневых гнилей, ухудшению протекания процесса образования азотфиксирующих бактерий у сои и т.д.

В штате Флорида (США) при выращивании томатов на грядах мульчирование применяют на площади около 6 тыс. га. Для

этого обычно используют чёрную плёнку толщиной 1,25...1,5 мм и шириной 1,6 м. После внесения удобрений плёнку расстилают с помощью машины. Затем с помощью посадочного агрегата за один проход выполняются операции по пробивке в плёнке отверстий и посадке горшечной рассады или посеву семян, смешанных с наполнителем.

В ряде стран при мульчировании почвы увлажнение её проводят при помощи капельного орошения. В этом случае капельные ленты укладываются под мульчирующую плёнку. В большинстве опытов в Польше с применением мульчирующей плёнки урожайность огурцов была на 30...50 %, томатов на 20...50 % выше, чем в открытом грунте без мульчирования. Применение плёнки обеспечивало более раннее созревание.

Для мульчирования применяют чёрную или серую плёнку толщиной 0,03...0,06 мм (тонкая плёнка более экономична). Технология мульчирования почвы плёнкой следующая: почву хорошо удобряют органическими и минеральными удобрениями, проводят глубокую вспашку, тщательно выравнивают её поверхность и проводят посев безрассадных культур. После этого плёнку расстилают на почву гряды и края её засыпают землёй с междурядий. С появлением всходов (морковь и др.) плёнку снимают. При мульчировании почвы чёрной плёнкой с отверстиями эффективно выращивание укропа, петрушки, лука репчатого на перо и севок из семян, и других зеленных культур.

Для мульчирования под рассадные культуры готовят гряды, которые затем покрывают плёнкой. Для лучшего прогревания почвы мульчирование проводят дней на 5...7 раньше, чем посев или посадку. Чтобы плёнку не сносило ветром, края её заделывают землёй. Затем в плёнке делают разрезы одной линией или двумя перекрёстными (длиной 8...10 см), через которые высаживают растения в почву. Мульчировать почву можно полосами плёнки шириной 30...40 см с обеих сторон рядка. Полив рассадных культур проводят так же, как и на не мульчированной почве.

В некоторых странах широко применяются машины, которые перед расстилом плёнки обрабатывают поверхность почвы гербицидами (за исключением при использовании чёрной плёнки), высевают семена, проводят перфорацию плёнки над рядками высеянных семян. Рассаду высаживают в отверстия в плёнке после их расстила.

По результатам большинства исследований, проведённых с мульчированием почвы плёнкой, этот приём показывает высокую экономическую эффективность и представляет практический интерес для производства.

*Дымчатые (полупрозрачные) плёнки* при их использовании в качестве мульч снижают прогрев почвы в зависимости от их светопрозрачности. По данным А.В. Таранова, мульчирование почвы дымчатой полиэтиленовой плёнкой (светопроницаемость 30 %, толщина 0,05...0,07 мм) оказывало заметное влияние на микроклимат в малогабаритных плёночных укрытиях, повысило в условиях Латвии урожайность огурцов на 3,5 кг/м<sup>2</sup>, томатов на 1,1 кг/м<sup>2</sup> и увеличило доход. Светоотражающие плёнки сглаживают суточную амплитуду колебаний температуры почвы за счёт уменьшения дневного прогрева и задержки ночного выхолаживания. Эти плёнки улучшают световые условия посевов.

Опыты, проведённые в Японии, показали, что покрытие почвы стружкой («лапшой») из металлизированной полиэтиленовой плёнки снижало повреждение низкорослых овощных растений некоторыми видами насекомых вредителей. Благодаря освещению нижней стороны листьев отражёнными солнечными лучами.

Мульчирование почвы в открытом грунте пористыми неткаными материалами чёрного цвета могут снижать водный режим почвы за счёт испарения, по сравнению с мульчированием чёрной полиэтиленовой плёнкой. Но в регионах с недостатком солнечных дней плотные нетканые материалы в качестве мульчи компенсируют дефицит тепла и рекомендуются для использования.

*Светопроницаемая плёнка* в качестве мульчи обеспечивает хороший прогрев почвы, особенно в начале сезонных работ, но

создаёт благоприятные условия для развития сорняков. Этому способствует хорошая освещённость, воздушная прослойка вследствие неполной выравненности почвы и доступ свежего воздуха через перфорации, предназначенные для посева семян и посадки рассады, повышенной влажности. Повышенный температурный режим и малый объём воздуха под плёнкой при мульчировании не являются оптимальными для роста сорняков, последние выглядят угнетёнными, однако рост их не прекращается. В результате под светопрозрачной мульчей образуется большое количество сорняков, которые шатром поднимают плёнку и отрицательно сказывается на овощных растениях. По результатам наблюдений М.Е. Дыйкановой по мере роста томата и затенения растениями поверхности почвы, тепловой эффект от мульчирования снижается, однако при мульчировании светопрозрачной и чёрной плёнками температура почвы превышала контроль (без мульчи) практически до конца вегетации (рис. 13, 14).



**Рис. 13. Отсутствие сорняков при мульчировании чёрной плёнкой**

И.Н. Котовичем разработана мульчирующая плёнка серебристого цвета Стабилен-мульч, сорняки под которой погибают от отсутствия света, но при этом в летнее время не происходит сильного нагрева поверхности почвы и самой плёнки.

Для мульчирования плёнками в открытом грунте разработаны и широко применяются комбинированные машины, которые за один проход по полю укладывают на почву мульчирующую плёнку, перфорируют её, производят точный высев семян или высадку рассады в отверстия. Операция по снятию и уборке мульчирующей плёнки с поля также механизирована. Мульчирование в комплексе с механизацией позволяет сократить затраты ручного труда при выращивании сельскохозяйственных растений.



**Рис. 14. Влияние мульчирования светопрозрачной плёнкой на сорняки**

Значительную агроэкономическую эффективность обеспечивает мульчирование плёнками в защищённом грунте. Применение светопрозрачной мульчирующей плёнки в неотапливаемых теплицах наиболее существенно по сравнению с другими плёнками, повышает аккумуляцию тепла в почве, особенно в весенний период и в начале лета повышает температуру воздуха в ночное время, на 20...30 % увеличивает урожайность теплотребовательных культур (томата, перца и др. культур) (рис. 15, 16).

В зимних теплицах положительное влияние на продуктивность растений оказывает мульчирование белой (светоотражающей) и чёрно-белой ПЭ плёнкой.



**Рис. 15.** Мульчирование почвы с луковыми овощными растениями



**Рис. 16.** Влияние мульчирования молочно-белой плёнкой на сорняки

Благодаря улучшению в зимние месяцы световых и температурных условий в зоне произрастания растений при мульчировании почвы белой и чёрно-белой плёнкой на 15...25 % повышается выход раннего урожая, подавляется рост сорняков, предотвращается пересыхание почвы, ускоряет прогрев почвы, повышает качество продукции.

*Чёрно-белая ПЭ плёнка* в настоящее время широко используется в малообъёмной гидропонике для сплошного укрытия грунта, изготовления мешков (пакетов) при субстратной и технологических рукавов в бессубстратной технологии. Двухслойная чёрно-белая плёнка совмещает в себе преимущества обеих сторон и каждая из них обладает уникальными свойствами. Плёнку укладывают на грунт белой стороной вверх, за счёт светоотражающих свойств поверхности увеличивается количество света, попадающего на растения. Чёрная светонепроницаемая сторона активно препятствует росту сорняков и служит в качестве мульчирующего слоя.

Популярность чёрно-белой плёнки в сельском хозяйстве, как в открытом так и в защищённом грунте объясняется следующими качествами: водонепроницаемость, способность пропускать кислород и углекислый газ, препятствует росту сорняков (погибают под ней из-за недостатка света и высокой температуры), улучшает температурный режим почвы, растения не получают ожоги благодаря белому цвету наружной поверхности плёнки, предохраняет соприкосновение плодов с почвой, предотвращая их заболевание. Мульчирование с помощью полиэтиленовой чёрно-белой плёнки широко применяется для повышения урожайности и ускорения созревания культур: овощных, цветочных, ягодных и плодовых.

Мульчирование почвы прозрачной *фоторазрушаемой* полиэтиленовой плёнкой широко используется при выращивании различных овощных культур в Японии, США, Англии, Мексике, Польше, Болгарии и в других странах. Светопрозрачные фоторазрушаемые пригодны для кратковременного мульчирования овощных и ягодных культур, картофеля. Большой практический интерес представляет мульчирующая плёнка, сочетающая способность к подавлению сорной растительности и усиленному прогреву почвы. Такая плёнка изготавливается из композиции полиэтилена марки 108-70 зелёная 411 и 108-70 зелёная 401 (И.Н. Котович, Т.Е. Пашенко, Г.В. Масайтис, 1985). Срок службы зелёной фоторазрушаемой мульчирующей плёнки составляет 2...3 месяца, после чего она разрушается.

*Жёлто-коричневая полиэтиленовая плёнка* преимущественно используется в регионах с тёплым климатом (рис. 17).



**Рис. 17. Мульчирование почвы жёлто-коричневой плёнкой для профилактики распространения белокрылки**

При распределении на грядках коричневая сторона касается почвы, а желтая обращена вверх. Её рекомендуют для использования в районе с большим распространением белокрылки. Желтый цвет привлекает белокрылок, при контакте с мульчей из-за высокой температуры, они погибают.

#### **Глава 4. МАТЕРИАЛЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ МУЛЬЧИРОВАНИЯ ПОЧВЫ**

**Мульчирование** – (от англ. Mulch – обкладывать корни растений соломой, навозом), сплошное или междурядное покрытие почвы различными материалами – мульчей, агротехнический приём. В качестве мульчи помимо полимерных материалов используют торфяную крошку, перегной, измельчённую солому, опилки, опавшую листву и другие материалы.

**Торф** – горючее полезное ископаемое, состоящее из остатков болотных растений и продуктов их неполного разложения. Торфяные залежи образуются при зарастании болотной растительностью водоёмов, медленно текущих рек, заболачивании водоразделов, пойм. При недостаточном доступе кислорода и высокой влажности разложение происходит медленно и не достигает стадии полной минерализации. В зависимости от условий формирования торфяные месторождения разделяют на: верховые – (располагается на повышенных местах водоразделов, покрыт сфагновым мхом, торф кислый с высокой зольностью), низинные – (образуется в пониженных местах рельефа, покрыты осокой, камышом, древесной растительностью, торф слабокислый с низкой зольностью), переходные – (прослойка между верховым и низинным торфом, по свойствам ближе к низинному).

Торф в качестве мульчирующего материала используют в летний и осенне-зимний период. Летнее мульчирование предотвращает перегрев корневой системы растений. Осенне-зимнее мульчирование предотвращает промерзание грунта и вымывание из него питательных элементов. Кроме этого торф удерживает влагу и улучшает структуру грунта. Внесение торфа может сделать тяжёлую глинистую почву более рыхлой и воздухоёмкой, а песчаный грунт более связным и влагоёмким. Торф удобен в использовании, так как имеет сыпучую структуру, возможно сплошное и междурядное внесение толщиной от 1 до 7 см. Если речь идет о мульчировании посева, не стоит увлекаться: слой

торфа должен составлять не более 2 см. причем поверхность мульчирующего слоя рекомендуется прикатать. В среднем 5-сантиметровый слой торфа – без последующего уплотнения, актуален для посевов озимого чеснока, зеленых культур и моркови. При некоторых агротехнических приёмах допускается слой мульчирования до 15...20 см (при выращивании отбеленной спаржи).

*Перегной* – (гумус) образуется в результате гумификации продуктов разложения органических остатков. Составляет 85...90 % общего количества органического вещества почвы, в значительной степени определяет плодородие почвы, содержит основные элементы питания растений, которые при воздействии микроорганизмов переходят в доступную форму. С содержанием гумуса в почве связаны её водный и тепловой режимы, биологическая активность, миграция в почвенном профиле продуктов почвообразования и др.

Для мульчирования готовый или частично готовый перегной вносят сплошным способом или в междурядьях растений. При выращивании деревьев или кустарников проводят мульчирование вокруг растений. Толщина мульчирующего слоя зависит от поставленной цели (слой 5...15 см восстанавливает питательные вещества почвы, защищает от отрицательных температур, угнетает рост сорняков; слой 1...7 см препятствует потере воды, защищает от перегрева).

*Солома* – высушенные стебли различных растений, оставшиеся после уборки урожая и их обмолота. В период сушки, растения теряют воду и часть летучих ароматических веществ, однако углеводы и химические вещества остаются в них, благодаря чему солома эффективно восполняет недостаток питательных элементов. Благодаря высокой прочности солома эффективно разрыхляет почву, впитывает и пропускает воду. Мульчу из соломы рекомендуют использовать на тяжёлых глинистых почвах. В качестве мульчи используют измельчённый (1...5 см) и неизмельчённый материал. Мульчирование соломой проводят на овощных и плодово-ягодных культурах (рис. 18).



Рис. 18. Растение картофеля, мульчированное соломой

*Кора деревьев* – сырьё природного происхождения, которое объединяет экологичность, красоту и функциональность. Для мульчирования используют внутреннюю и наружную кору деревьев, различающихся питательной ценностью. Мульчу коры чаще используют для декоративных целей и придания внешнего вида на участках с многолетними декоративными, овощными растениями или вокруг отдельных деревьев, кустарников (рис. 19).



Рис. 19. Мульчирование приствольного круга

Однолетние и молодые культуры лучше укрывать другим сырьем, например, опилками, соломой или стружкой. Грунт под корой долго остается увлажненным и защищенным от проникновения возбудителей инфекций, вредителей, насекомых и болезнетворных бактерий.

*Мульчирование корой* деревьев преследует несколько агротехнических целей: (снижение испарения влаги из почвы, защита от заморозков и перегрева, препятствует росту сорняков). Наиболее востребованный размер мульчи из коры деревьев 1...2 см, толщиной 0,5...1 см., это позволяет использовать материал в качестве мульчи 2...3 года. В декоративных целях возможно применение размером от 5 до 30 см. При реализации коры деревьев для мульчирования подразделяют на фракции (рис. 20): крупная (15 см и более), средняя (7...15 см), мелкая (до 7 см).



**Рис. 20. Кора деревьев разной фракции для мульчирования (мелкая, средняя, крупная)**

В городском озеленении кору деревьев, для придания декоративности на клумбах покрывают натуральными или акриловыми красками. Несмотря на преимущества коры в качестве мульчирую-

щего материала, в большей степени используется в декоративных целях. При применении мульчи нужно знать, что измельчённая или колотая кора разлагается медленно и не является средством органической подкормки для овощных культур. Если необходимо улучшить качественные показатели почвы, применяют другие материалы: опилки, стружку, щепу, солому, листья. Измельчённая древесина и растительный материал быстрее перегнивает и лучше рыхляет почву. Толщина слоя мульчи в среднем составляет от 2 до 8 см, зависит от типа почвы. Чем плотнее, тем тоньше должен быть защитный слой (2...3 см). Для рыхлой песчаной почвы возможен слой мульчи до 8 см. Прежде, чем покрыть почву мульчей необходимо провести подготовительные работы (прополка от сорняков, полив, внесение органических удобрений). Почву мульчируют весной и осенью. Процедуру рекомендуют проводить, когда почва прогреется. В средней полосе оптимальным периодом является май – раньше мульчировать не рекомендуется, так как слой коры будет препятствовать прогреванию грунта. Если почва переувлажнена, мульчирование целесообразно отложить до её высыхания.

Осенью мульчирование проводят в самом начале сезона – в сентябре. Этот период является наиболее подходящим для сохранения в почве полезных микроорганизмов. В некоторых случаях почву мульчируют и в зимнее время, чтобы защитить культуры от сильных морозов.

Наиболее распространённый материал для мульчи принадлежит коре сосны, ели, дуба, берёзы, осины, липы, лиственницы, так как являются основными породами и используются в столярном и мебельном производстве. Но предпочтение отдают мульче из хвойных пород и дубу, они больше наполняют почву питательными веществами и дополнительно обеззараживают. В деревообрабатывающих цехах кора является отходом производства, при большом скоплении создаёт угрозу пожара, таким образом, при реализации в качестве мульчирующего материала решаются не маловажные, в том числе экологические задачи.

## Глава 5. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И АГРОЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ОЦЕНКА СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Синтетические полимерные плёнки: Полиэтиленовая плёнка (полиэтилен) один из основных полимерных материалов, применяемых в сельском хозяйстве. Он является продуктом газа этилена и представляет собой полимер линейного молекулярного строения. В производстве различают полиэтилен высокого и низкого давления. Светопрозрачные полиэтиленовые плёнки имеют близкие к стеклу показатели проницаемости в области видимой радиации, является наиболее дешёвым и лёгким материалом для теплиц. Существенный недостаток плёнки – высокая проницаемость в области инфракрасной радиации, что приводит к быстрому охлаждению воздуха. Полиэтиленовая плёнка имеет ограниченную стойкость к воздействию ультрафиолетовых лучей, что резко сокращает срок службы по сравнению со стеклом.

К плёночным материалам предъявляют ряд требований: плёнки должны служить несколько лет, обладать эластичностью, лёгкостью, прочностью, способностью предотвращать скопление воды, преобразовывать электромагнитное излучение в УФ- и ИК-диапазонах, включая теплоснабжение и предохранение от перегрева.

Для увеличения срока службы полиэтиленовых плёнок их армируют полимерными волокнами и применяют специальные добавки-стабилизаторы, для повышения стойкости и улучшения свойств.

В зависимости от назначения и исходной композиции **плёнку** выпускают следующих **марок**: **М** – для изготовления транспортных мешков и других изделий, требующих применения плёнок наибольшей прочности, окрашенной и неокрашенной, стабилизированной и нестабилизированной; **Т** – для изготовления изделий технического назначения, строительства временных сооружений, защитных укрытий, упаковки и комбинированных плёнок; окрашенной и неокрашенной, стабилизированной и нестабилизированной; **СТ** – для использования в сельском хозяйстве в качестве

светопрозрачного атмосферостойкого покрытия культивационных сооружений (теплиц, парников и т.д.) и других целей; окрашенной и неокрашенной, стабилизированной; **СИК** – для использования в сельском хозяйстве в качестве светопрозрачного атмосферостойкого покрытия теплиц и других типов культивационных сооружений, обеспечивающего повышенный тепличный эффект, неокрашенной, стабилизированной с адсорбентом ИК-излучения; **СК** – для использования в сельском хозяйстве при консервации кормов и других назначений; окрашенной и неокрашенной, нестабилизированной; **СМ** – для использования в сельском хозяйстве в качестве материала для мульчирования и других целей; неокрашенной, стабилизированной сажеей; **В, В<sub>1</sub>** – для использования в мелиоративном и водохозяйственном строительстве в качестве противоточных экранов; **В** – неокрашенной, комплексно стабилизированной (в том числе сажеей), высокомолекулярной; **Н** – для изготовления изделий народного потребления, упаковки и бытового назначения; окрашенной и неокрашенной, стабилизированной и нестабилизированной.

Плёнка выпускается смотанной в рулоны *в виде рукава, полурукава (рукав, разрезанный по всей длине с одной стороны) (рис. 21), полотна (рукав, разрезанный по всей длине с двух сторон с обрезкой или без обрезки кромок), рукава с фальцовкой (со складками), рукава, сложенного вдвое и других видов.*

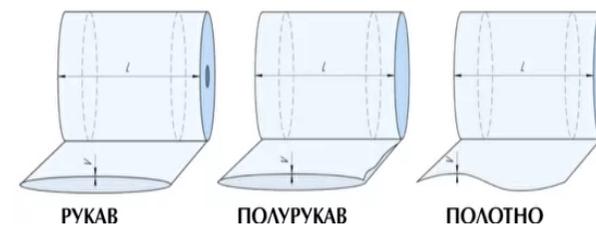


Рис. 21. Формы производимой плёнки для мульчирования

Плёнку для упаковки пищевых продуктов изготавливают из базовых марок полиэтилена и композиции с рецептурами добавок по ГОСТ 16337, разрешенных органами здравоохранения для

изделий, контактирующих с пищевыми продуктами. Возможность применения для упаковки пищевых продуктов пленки, изготовленной из полиэтилена марки, не указанной в ГОСТ 16337, согласовывают с органами здравоохранения.

**Условное обозначение пленки** состоит из названия материала «пленка полиэтиленовая», марки пленки, вида добавок (*n* – пигмент или краситель, *c* – стабилизатор, *m* – скользящая добавка, *a* – антистатическая добавка, *ф* – модифицирующая добавка), вида пленки (рукав, полурукав, полотно и другие), толщины и ширины в миллиметрах, сорта и обозначения настоящего стандарта. Условное обозначение пленки, допущенной для контакта с пищевыми продуктами, дополняется словом «пищевая».

Пример условного обозначения, полиэтиленовой пленки марки Т, содержащей стабилизатор, изготовленной в виде полотна, толщиной 0,100 мм, шириной в рулоне 1400 мм, высшего сорта: Пленка полиэтиленовая, Тс, полотно 0,100x1400, высший сорт, ГОСТ 10354–82.

В виде полурукава: Пленка полиэтиленовая, Тс, полурукав 0,1 × (1400 × 2), высший сорт, ГОСТ 10354–82.

В виде рукава: Пленка полиэтиленовая, Тс, рукав 0,1 × (1400 × 2), высший сорт, ГОСТ 10354–82.

**Пленка двухслойная для мульчирования 1,2 × 200 м, толщина 60 мкм (черно-белая)** – сочетание белого и черного мульчирования. **Белая сторона пленки** – отражает поглощаемый растениями свет. **Черная сторона пленки** – обеспечивает абсолютную непрозрачность и защиту от УФ лучей (получает тепло и нагревается). Преимущества плёнки: меньше нагревается – снижается риск перегрева растений; отражает солнечный свет – растения дополнительно освещаются; подавляет и уничтожает сорняки – без гербицидов и прополки; сохраняет почву в рыхлом состоянии; экономит расход удобрений – за счёт препятствия вымывания осадками; снижает риск заболеваемости земляники серой гнилью на 80 %; препятствует пересыханию почвы.

**Пленка двухслойная для мульчирования 1,2 × 200 м, толщина 60 мкм (черно-зеленая)** – светонепроницаемая пленка для мульчирования. При укладывании зелёной стороной вверх декорирует участок земли. Применяется для мульчирования почвы в саду под деревьями и кустарниками, хвойными, и в цветниках. Лучшее всего подходит как мульчирующий материал под декоративной отсыпкой из щебня и т.п. **Превосходит обычную полиэтиленовую пленку по важнейшим параметрам:** эластичность выше в 1,5 раз, прочность выше в 2,5 раза, стойкость к растрескиванию выше в 16 раз.

Цветные мульчирующие пленки, стали успешной альтернативой черно-белым, представляют собой современное высокотехнологичное агротехническое средство повышения урожайности сельскохозяйственных культур независимо от климатической зоны их применения.

**Нестабилизированная полиэтиленовая плёнка** ГОСТ 10354–82, изготавливаемая из полиэтилена высокого давления марки 10803-020 и 15803-020. Однако эта плёнка, несмотря на высокую проницаемость для видимого света (85...87 %), а также в УФ-области Б (65...70 %), имеет ряд существенных недостатков, главными из которых являются короткий срок службы (3...5 месяцев) и высокая проницаемость для длинноволнового инфракрасного излучения (75...80 %), что приводит к сильному выхолаживанию сооружения в ночное время. Поверхность плёнки гидрофобна, что приводит к капели, она быстро теряет светопрозрачность (на 10...20 %) за счёт запыления и помутнения. Эту плёнку можно использовать на весенних теплицах с коротким сезоном эксплуатации.

**Полиэтиленовая стабилизированная плёнка** марка СТ 108-08 и 158-08, ГОСТ 10354-83. За счёт введения в её состав стабилизатора бензофенона ОА имеет более длительный срок службы (7...19 месяцев) и слабую проницаемость для УФ-лучей (5...7 %). В остальном эта плёнка не отличается от нестабилизированной.

Её целесообразно использовать для покрытия теплиц с длительным периодом сезонной эксплуатации.

**Полиэтиленовая армированная плёнка** марки А предназначена для покрытия сезонных теплиц (срок службы 15...18 месяцев), плёнка армирована нитями полиэтилена высокого давления, размеры ячейки армирующей основы 20×20 мм, ширина плёнки 200 см, толщиной 300 мкм, что в 2 раза повышает её расход на теплицах, по сравнению с неармированной плёнкой толщиной 150 мкм, а её светопроницаемость на 10 % ниже, чем под обычной ПЭ плёнкой. Благодаря очень высокой прочности армированную плёнку рекомендуется применять в районах с высокой ветровой нагрузкой. За рубежом давно отказались от применения армированных плёнок на теплицах в связи с очень большим её расходом и высокой стоимостью.

**Поливинилхлоридная плёнка ПВХ** кроме полимера – поливинилхлорида, содержит пластификаторы, термостабилизаторы и светостабилизаторы. Плёнка ПАХ толщиной 150 микрон дороже обычной ПЭ плёнки такой же толщины в 4,5 раза. Для покрытия теплиц пригодна ПВХ плёнка марки С (сельскохозяйственная), она производится в виде полотна шириной 120...140 см. Срок службы её со снятием на зиму – 4 сезона. Снятие с необогреваемых теплиц обязательно, так как морозостойкость (хрупкость) плёнки всего лишь – 20 °С. Могут встречаться в продаже другие марки ПВХ плёнки, например, В: в исходном состоянии плёнка светопроницаема, но на теплицах быстро стареет, становится бурой и растрескивается.

Проницаемость плёнки ПВХ марки С для видимого света – 80 %, УФ-области Б – 20 % и теплового излучения – 25 %. Плёнка на теплицах загрязняется быстро и устойчиво, светопроницаемость её в течение первого сезона становится в среднем на 6 % ниже исходной, требуется ежегодная промывка плёнки.

Механическая прочность ПВХ плёнки в 2 раза выше, чем у ПЭ плёнки. Она несколько резиноподобная, легко растягивается от небольших усилий порядка 20...30 кг/м<sup>2</sup>, и довольно тяжёлая

(её плотность – 1,4 г/см<sup>3</sup>). На теплицах под собственным весом плёнка провисает, образуя впадины на кровле вблизи вертикальных стен. В них накапливается огромное количество дождевой воды, происходит необратимое вытягивание плёнки и деформация каркасов. Для избежания провисания плёнку на теплицах во время тёплой погоды необходимо периодически подтягивать. Применение ПВХ плёнки для покрытия теплиц экономически выгодно, однако недопустимость контакта с пищевыми продуктами и выделение токсичных веществ при утилизации сжиганием не позволяют рекомендовать её к широкому использованию, особенно на садовых и приусадебных участках.

**Этиленвинилацетатная сополимерная плёнка** (сокращённые отечественные названия ЭВА, СЭВА, СЭВИЛЕН). В настоящее время эта плёнка занимает одно из лидирующих мест по масштабам применения в защищённом грунте. По внешнему виду ЭВА и ПЭ плёнки практически не различаются. Эластичность и механическая прочность её превышают показатели нестабилизированной ПЭ плёнки на 20...25 %. Основное отличие ЭВА плёнки состоит в том, что теплостойкость её ниже ПЭ, и она скорее стареет на тёмных каркасах теплиц. При использовании ЭВА плёнки окраска каркасов теплиц в белый цвет обязательна. Морозостойкость ЭВА плёнки выше ПЭ и в исходном состоянии достигает – 80 °С.

Для покрытия теплиц следует применять светостабилизированную ЭВА плёнку, так как нестабилизированная быстрее стареет и разрушается, чем обычная ПЭ. Возможно её применение для покрытия зимних теплиц. *Оптические свойства плёнки (проницаемость):* видимого света – 80 %, УФ-области Б – 20 %, теплового излучения – 25 %. Устойчивое загрязнение ЭВА плёнки достигает 3 % за сезон. Тепличная ЭВА плёнка служит непрерывно 3 года, при снятии на зиму – 4 весенне-летних сезона.

**Стабилизированная селективная теплоудерживающая полиэтиленовая плёнка СС-3Т.** Показала хорошие показатели, аналогичные ЭВА плёнки на Овощной опытной станции имени

В.И. Эдельштейна при РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и в Якутии. На базе рецептуры плёнки СС-ЗТ Новополоцким ПО «Полимир» (республика Беларусь) разработана пигментированная стабилизированная плёнка ТСП, отличающаяся повышенным пропусканием оранжево-красных лучей, что положительно влияет на фотосинтез и продуктивность растений.

Плёнки СС-ЗТ и ТСП успешно выдерживают эксплуатацию на весенних теплицах не менее трех лет без снятия на зиму. Перспективной для непрерывного использования на теплицах в течение трех лет, а при снятии на зиму в течение 4 сезонов является ПЭ плёнка Стабилен, разработанная И.Н. Котовичем и производимая ООО «Агросервис» г. С.-Петербург. Применение указанных плёнок в качестве светопроницаемого ограждения теплиц не менее чем вдвое выгоднее по сравнению с обычной ПЭ плёнкой.

Специальные плёнки для укрытия теплиц, мульчирования и упаковки продукции растениеводства выпускает Кемеровский завод ОАО «Полимер», в качестве приоритета придерживается создания качественного продукта, удовлетворяющего клиента, учитывая малейшие изменения их требований, мгновенно реагируя на них. Разрабатывают экологические способы переработки полиэтиленовых отходов, загрязняющих окружающую среду, создают из них необходимые обществу продукты.

**Плёнка «Урожайная»** – обладает фотокорректирующим эффектом: при прохождении солнечных лучей через эту плёнку увеличивается доля красной составляющей спектра, необходимой для эффективного роста растений. Применение плёнки «Урожайная» позволяет ускорить рост и созревание сельскохозяйственных культур на 2...3 недели, дают более высокий урожай, в среднем на 10...70 % в зависимости от видовой и сортовой принадлежности. Срок службы 3 года, ширина полотна – до 4500 мм, толщина – 80...200 мкм.

**Плёнка «Сибирский чемпион»** – обладает удвоенным запасом прочности, морозостойкости, эластичности, отличными теп-

лоудерживающими свойствами, устойчива к разрыву и проколу и предотвращает появления капли конденсата. Срок службы 10 лет, ширина полотна – до 3000 мм, толщина – 80...200 мкм.

**Плёнка «Роса»** – Поверхность плёнки обладает гидрофильными свойствами, благодаря чему, образующиеся на внутренней поверхности капли влаги плавно стекают по плёночному покрытию, таким образом, растения защищены от попадания капель конденсата на листья. Срок службы – 3 года, ширина полотна – до 4500 мм, толщина – 80...200 мкм.

**Плёнка «Элитная»** – сочетает в себе свойства плёнок «Урожайная» и «Роса», т.е. обладает фотокорректирующим и гидрофильным эффектом. Срок службы – 3 года, ширина полотна до 4500 мм, толщина – 80...200 мкм.

**Плёнка «Сибирская»** – морозостойкая плёнка, не теряет эластичности при температуре – 60 °С и обладает устойчивостью к изгибу и проколам. Преимущества плёнки повышенная прозрачность и наличие гидрофильной добавки, предохраняющей от образования капельного конденсата на её поверхности, а также стабилизатора, способствующего продлению срока службы плёнки от 3...10 лет.

Все перечисленные плёнки выпускаемые ОАО «Полимер», УФ стабилизированы и могут быть использованы в течение 3...10 лет.

## Глава 6. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ МУЛЬЧИРОВАНИЯ ПОЧВЫ

Мульчирование почвы в комплексе с механизацией позволяет сократить затраты ручного труда по уходу за растениями, создаёт благоприятные условия для развития растений, что способствует быстрому развитию и получению раннего урожая.

Для снятия ручного труда в таком трудоёмком процессе используют плёнкоукладчики для ровной поверхности и по гребню. В 2019 г. сотрудниками ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева был получен патент на полезную модель RU 187 437 U1 «Плёнкоукладчик для раскладки плёнки по гребню при гребневой посадке картофеля». Плёнкоукладчик адаптирован под гребневую технологию посадки картофеля. Для этого плёнкораскладывающий барабан установлен с возможностью регулирования по высоте. Заделывающие рабочие органы установлены в конце выравнивающих пальцев, что предотвращает попадание почвы поверх плёнки; выравнивающие щитки представлены в виде пальцев с минимальным пятном контакта с плёнкой, что в свою очередь уменьшает вероятность её зацепления и разрыва.

В сельском хозяйстве используют навесные плёнкоукладчики и других моделей, целью которых является укладка плёнки на грунт. Очень часто этот процесс сопровождается укладкой системы капельного полива, что предусмотрено техникой. Современные плёнкоукладчики могут осуществлять несколько операций, например посев, мульчирование и установка капельного полива.

**Плёнкоукладчик, модель Р** (рис. 22, 23). Плёнкоукладчик предназначен для мульчирования почвы плёнкой или нетканым укрывным материалом с максимальной шириной 140...190 см. Машина комплектуется передним прикатывающим валом и возможна установка специального колеса для пробивки отверстий в плёнке под высадку рассады.



Рис. 22. Плёнкоукладчик, модель Р



Рис. 23. Плёнкоукладчик-грядообразователь, модель AP

**Комбинированный плёнкоукладчик-грядообразователь AP** за один проход формирует гряду шириной от 45...90 см по верхней части при помощи боковых лемехов и прикатывающего вала и мульчирует почву плёнкой или нетканым укрывным материалом с максимальной шириной 140...190 см (рис. 24, 25).



Рис. 24. Плёноукладчик-грядообразователь, модель AP



Рис. 25. Плёноукладчик-грядообразователь в работе

*Укладчик плёнки и тоннелей УПТ-1 с установкой дуг* (рис. 26). Машина навесная, предназначена для формирования парников (плёночных тоннелей) на дугах за один проход. Укладчик УПТ-1 осуществляет установку в почву дуг и накрывает их плёнкой или укрывным материалом. Специальные направляющие разматывают и натягивают плёнку, а боковые окучники одновременно прикапывают края плёнки.



Рис. 26. Укладчик плёнки и тоннелей УПТ-1 в работе

*Машина для формирования тоннельных укрытий.* Прицепная машина для формирования парников (плёночных тоннелей) на дугах за один проход устанавливает в почву дуги и накрывает их плёнкой (рис. 27, 28).



Рис. 27. Машина для формирования парников на дугах S200

Специальные направляющие разматывают и натягивают плёнку, а боковые фрезы или окучники прикапывают края плёнки. Для использования подходят все виды дуг (стальные, пласти-

ковые и др.). Дугоустановщик может работать на любых типах почв, возможно присутствие камней.



Рис. 28. Машина для формирования парников на дугах S200 в работе

**Комбинированная машина для посева с мульчированием плёнкой.** Комбинированная автоматическая машина, состоящая из пневматической сеялки и плёнкоукладчика, позволяет за один проход замульчировать почву плёнкой или укрывным материалом, пробить отверстия в плёнке, в них высеять семена ( $d$  от 4 см) и прикатать сверху (рис. 29, 30).



Рис. 29. Машина для посева с мульчированием пленкой Sparreri SMP



Рис. 30. Всходы кукурузы. Семена, посеянные совместно с мульчированием

Принцип работы: Передний каток выравнивает почву и подготавливает семенное ложе. Центральный ролик укладывает на почву плёнку, которую удерживают боковые колёса. Окучники присыпают края плёнки почвой с каждой стороны для нежной фиксации. После этого колёса сеялки со специальными трубками присасывают семена из бункеров, пробивают плёнку и, когда каждая труба достигает вертикального положения, укладывают семена в почву. В конце маленькие колёса прикатывают семена под плёнкой. Такая конструкция сеялки обеспечивает однородный и точный высев на одинаковую глубину и минимальное повреждение пластиковой плёнки для ограничения испарения влаги.

## Глава 7. УДАЛЕНИЕ МУЛЬЧИРУЮЩЕЙ ПЛЁНКИ И ПУТИ ЕЁ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Ежегодное потребление полиэтилена в России составляет около 1,7 млн т. Значительная доля полимера идет на изготовление **товаров с ограниченным сроком службы**, то есть являющихся источниками отходов. Следовательно, из года в год вопрос утилизации данного сырья становится все острее. Полиэтилен представляет большой интерес для бизнеса по переработке по нескольким причинам:

- эта ниша относительно свободна;
- большое количество отходов – это доступное сырье и масштабируемость производства;
- низкая себестоимость обеспечит спрос на вторичные продукты.

Способы переработки отходов полимера и использование вторичных продуктов для производства изделий. Виды отходов ПЭ. Полиэтилен представляет собой продукт полимеризации этилена ( $C_2H_4$ ) – непредельного газообразного углеводорода, первого в олефиновом ряду.

**В природе соединение практически не встречается**, а в промышленности его получают методами крекинга высокомолекулярных составляющих нефти, дегидрирования этана, а также дегидратации этилового спирта.

Процесс полимеризации представляет собой разрушение одной из связей в молекуле  $H_2C=CH_2$  и соединение мономера  $-H_2C-CH_2-$  в нециклическую цепочку. На протекание процесса оказывают влияние температура, давление и вид используемого катализатора.

В промышленных масштабах синтезируют **четыре вида полиэтилена**, различающихся структурой и свойствами:

1. ПВД (полиэтилен высокого давления) – прозрачный и эластичный материал с низким пределом прочности. Молекула вещества имеет большое количество боковых ответвлений, не позволяющих создавать кристаллическую структуру. При темпера-

туре 103...110 °С полимер переходит в жидкое состояние и имеет высокую текучесть. ПВД применяется для производства упаковочных материалов: пленки, контейнеров и пакетов.

2. ПНД (полиэтилен низкого давления) – более прочный и жесткий в сравнении с ПВД. Полимерные нити имеют линейную структуру с небольшим количеством ответвлений, благодаря чему при комнатной температуре около 80 % вещества находится в кристаллическом состоянии. Температура плавления составляет 125...132 °С. ПНД устойчив к воздействию большинства химикатов. Из него делают мусорные пакеты, емкости для масел, кислот, растворителей, безнапорные трубы.

3. ПСД (полиэтилен среднего давления) – смесь ПНД и ПВД. Материал сочетает преимущества обоих видов полимеров и используется в производстве пленок, мешков, выдувной толсто-стенной тары.

4. ЛПВД (линейный полиэтилен высокого давления) – эластичный и мягкий материал с высокой сопротивляемостью разрывам, проколам и другим видам разрушения. Благодаря способности к окрашиванию, большая часть таких полимеров используется для производства стрейч-пленки, многослойных материалов и ламинатов.

В последние годы в России широко применяется еще один вид полиэтилена – РЕХ, или сшитый полиэтилен. Его получают из полиэтилена низкого давления.

Под воздействием реагентов или ионизирующего излучения происходит **отщепление атомов водорода от полимерных цепей**, а свободные связи в углероде тут же взаимодействуют между собой. В результате получается трехмерная сеть с ярко выраженной кристаллической структурой. Материал отличается высокой температурой плавления и имеет «память формы». Из него делают: водопроводные трубы; кабельную изоляцию; термоусадочные материалы.

**Технологии рециклинга.** В России наиболее широкое распространение получили две технологии переработки полиэтилена: производство вторичной гранулы и пиролиз.

Первая предполагает возврат полимера в производство, а вторая – получение энергетически ценных газов и жидкостей, которые могут быть использованы в качестве печного топлива, а также в производстве других видов органических соединений.

**Термомеханическая – производство гранул.** Термомеханический рециклинг – производство гранул из отходов полиэтилена. Технология не позволяет преобразовывать ПНД в ПВД и наоборот.

Структура и молекулярная масса полимера задаются при его синтезе и остаются неизменными.

Однако для придания вторичному материалу требуемых технологических свойств – жесткости, пластичности или текучести при нагреве – в ПНД добавляют ПВД и наоборот.

**Производство гранул из отходов полиэтилена** производится по следующему алгоритму:

1. **Сбор и сортировка.** Степень готовности к переработке зависит от размеров, состава, степени сохранности и загрязненности сырья. Отходы сортируют механическим способом и вручную.

2. **Измельчение.** На высокопроизводительных линиях дробление до нужной фракции выполняется в две стадии: при помощи шредеров и дробилок. Между ними устанавливают гидроциклон или флотационную ванну для отделения твердых и тяжелых частиц.

3. **Промывка.** Как правило, промышленные и коммерческие отходы более чистые, чем бытовые, и в некоторых случаях их не промывают. Тара из-под молока, наоборот, может потребовать двойной промывки.

4. **Сушка.** Измельченное и промытое сырье поступает в центрифугу, где из него удаляются лишняя влага, а затем в камеру термической сушки.

5. **Агломерация.** Процесс протекает под давлением и при повышенной температуре, представляет собой частичное расплавление и спекание полиэтилена в катышки.

6. **Гранулирование.** В грануляторе полимер подвергается нагреву до температуры плавления, очистке от твердых и жидких

примесей, дегазации. Также происходит перемешивание смеси и усреднение ее состава. Масса под давлением проходит через отверстия – формовочные фильеры. Струйки расплава охлаждаются водой и сжатым воздухом, после чего режутся на готовую гранулу.

В современных линиях по переработке ПВД и ПНД вместо агломераторов используют пласткомпакторы.

Пласткомпакторы работают с влажным сырьем. Это позволяет отказаться от второй стадии сушки. При правильно настроенном технологическом процессе **сырье не подвергается полному расплавлению**, что положительно сказывается на качестве вторичной гранулы.

Переработка полиэтилена сопровождается частичным разрушением полимерных цепочек (рис. 31). Под действием температуры связи в них ослабевают и могут разрываться при активном перемешивании. Кроме того, происходит окисление полимера атмосферным кислородом. В результате цепочки укорачиваются и снижаются механические свойства гранулята.



Рис. 31. Переработка полиэтилена

Для снижения деструкции специалисты рекомендуют настраивать процесс переработки так, чтобы сырье подвергалось **минимальным тепловым и механическим нагрузкам**. Замед-

лить разрушение полимера можно также при помощи специальных добавок-стабилизаторов, связывающих свободные радикалы.

**Термохимическая – пиролиз.** Многослойные пленки, в том числе с металлизацией, сшитый полиэтилен и отходы с **сильной степенью деградации** переработать во вторичную гранулу на коммерческих установках оказывается затруднительно. Их подвергают термическому разложению в пиролизных установках (рис. 32).



Рис. 32. Автоклав для утилизации полиэтилена

Продукты пиролиза полиэтилена отличаются высоким качеством и экологической безопасностью, поскольку сырье не содержит соединений серы, фосфора, азота.

Термическое разложение происходит в три этапа:

1. Отщепление боковых ответвлений.
2. Растрескивание основной углеродной цепи.
3. Разложение углеродистых остатков.

Большинство исследователей считает, что механизм протекания пиролиза – это случайная цепная реакция.

*Продукты первых двух стадий* – это:

- горючие газы;
- тяжелые воски;
- смолы.

На третьей стадии **тяжелые углеводородные фракции разлагаются на более легкие.**

Большая доля газообразных продуктов относится к олефиновому ряду (этилен, пропилен и т. д.). Также в составе продуктов встречаются циклические соединения – бензол, толуол.

При некоторых процессах образуются водород и метан. Помимо газообразных продуктов в результате пиролиза полиэтилена **получают жидкие и конденсируемые фракции**, богатые алифатическими углеводородами.

Процесс разложения и состав его продуктов зависят от степени ветвления полиэтилена, его средней молекулярной массы, температуры и типа реактора, используемого катализатора. Используемые в промышленной переработке установки дают 40...70 % газа и 30...60 % пиролизных масел.

В лабораторных условиях на реакторе непрерывного действия с алюмосиликатным катализатором **было получено 80 % бензиновой фракции (C<sub>5</sub>–C<sub>12</sub>)**. Доля газов в общем случае увеличивается с ростом температуры в реакторе.

Наиболее крупные источники сшитого полиэтилена – отходы кабельной изоляции и сантехнических напорных труб.

Помимо пиролизного разложения, его **перерабатывают** по следующим *технологиям*:

1. **Размалывание в порошок** и использование в качестве наполнителя при производстве гранул из ПВД и ПНД.

2. **Горячая резка с частичным окислением.** Дробление при повышенных температурах приводит к разрыву углеродных связей между цепями и увеличению текучести материала.

3. **Гидролиз и алкоголиз.** Вода и спирт способны разрывать сшивку. Получаемый на выходе продукт не отличается от синтезированного полиэтилена.

4. **Ультразвуковая обработка.** Энергия высокочастотных импульсов позволяет **разрушить трехмерную структуру PEХ** и оставить без изменений главные полимерные цепочки.

Использование отходов переработки сшитого полиэтилена можно встретить в производстве труб для кабельной канализации, низковольтной изоляции и многих бытовых товаров.

Если соблюдать технологию переработки, использовать качественное оборудование и **ответственно подходить к процессу сортировки**, вторичная гранула практически не уступает по качеству первичной.

При изготовлении конечной продукции она может частично или полностью заменять синтезированный полиэтилен.

В производстве используется вторичная гранула ПНД, ПВД, ЛПВД, а также смесевые составы.

В качестве *добавок* могут использоваться:

- *порошок PEX*;
- *полипропилен*;
- *каучуки и другие эластомеры*.

*Производство включает* в себя такие процессы:

1. **Экструзия.** Технология заключается в продавливании расплава через формующую головку, задающую сечение готовой продукции. Этим методом получают оконные профили, пленки, трубу, другие изделия мерной и немерной длины.

2. **Литье под давлением.** Технология заключается в заливке расплава в форму с последующим охлаждением и позволяет получать серийную штучную продукцию. Оборудование – термопластавтомат – способно лить полые, вспененные и армированные изделия сложной конфигурации.

*Изделия и добавки* создаются из разных видов *вторичного полиэтилена*:

- *пленка ПВД* из промышленных и коммерческих источников – *упаковочные материалы*;
- *пленка ПВД*, собранная путем сортировки бытовых отходов – *гранулы для литья*;
- *стрейч-гранулы*, добавляемые в другие виды сырья в качестве модификатора;

- *многослойные пленки – добавки* в другие виды сырья;
- *пленка сельскохозяйственного назначения – гранулы* для добавления в литьевые изделия и новую пленку.

В современных условиях в связи с резким усилением техногенного воздействия человека на окружающую среду во многих странах мира разрабатываются комплексные программы, включающие необходимые мероприятия для охраны и научно обоснованного рационального использования земли, водных ресурсов и пр. Одной из основных задач является снижение количества полимерных отходов. Производство полимерных материалов возрастает в среднем на 5...6 % в год и достиг в последние годы показателя 300 млн т. Их использование на душу населения в индустриально развитых странах за последние 20 лет удвоилось, достигнув 85...90 кг. Насчитывается около 150 видов пластиков, 30 % из них – это смеси различных полимеров применяемых для выращивания, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Для достижения определенных свойств, в полимеры вводят различные химические добавки, которых уже более 20, а ряд из них относятся к токсичным материалам, выпуск добавок непрерывно возрастает. А со временем потребляемые пластики неизбежно переходят в отходы.

Использование изделий из полимерных материалов неуклонно связано с образованием отходов. Особенность полимерных отходов – их устойчивость к агрессивным средам, они не гниют, процессы деструкции в естественных условиях протекают достаточно медленно. Все это делает проблему утилизации отходов полимерных материалов более актуальной. Учитывая специфические свойства полимерных материалов – они не подвергаются гниению, коррозии, проблема их утилизации носит, прежде всего, экологический характер. В настоящее время проблема переработки отходов полимерных материалов обретает актуальное значение не только с позиций охраны окружающей среды, но и связана с тем, что в условиях дефицита полимерного сырья пластмассовые

отходы становятся мощным сырьевым и энергетическим ресурсом. Вместе с тем решение вопросов, связанных с охраной окружающей среды, требует значительных капитальных вложений.

В начале 1970-х годов прошлого века интенсивно начали развиваться работы по созданию био-, фото- и водоразрушаемых полимеров. Однако последующие работы в этом направлении показали, что трудно сочетать в изделиях высокие физико-механические характеристики, красивый внешний вид, способность к быстрому разрушению и низкую стоимость. Решение проблемы утилизации отходов из полимеров возможно путем создания пластмасс, в полимерную цепь которых введены фото- и биоактивирующих добавок, которые должны содержать функциональные группы, способные разлагаться под действием ультрафиолетовых лучей или анаэробных бактерий.

Существуют *три основных направления* развития поисковых работ по освоению *биodeградируемых пластмасс*:

- полиэфиры гидроксикарбоновых кислот;
- пластические массы на основе воспроизводимых природных полимеров;
- придание биоразлагаемости промышленным высокомолекулярным синтетическим материалам.

С целью снижения себестоимости биоразлагаемых материалов бытового назначения (упаковка, пленка для мульчирования в агротехнике, пакеты для мусора) используют неочищенный крахмал, смешанный с поливиниловым спиртом и тальком.

Биоразлагаемые пластические массы на основе крахмала обладают высокой экологичностью и способностью разлагаться в компосте при 30 °С в течение двух месяцев с образованием благоприятных для растений продуктов распада. В качестве возобновляемого природного биоразлагаемого начала при получении термопластов активно разрабатываются и другие полисахариды: целлюлоза и хитозан. Полимеры, полученные взаимодействием целлюлозы с эпоксидным соединением и ангидридами дикарбо-

новых кислот, полностью разлагаются в компосте за четыре недели. На их основе формованием получают бутылки, разовую посуду, пленки для мульчирования.

Направление по использованию природных полимеров (полисахарид, белков для изготовления биоразлагаемых пластиков) прежде всего интересно тем, что ресурсы исходного сырья постоянно возобновляемы и, можно сказать, неограниченны. Основная задача – это разработка композиционных биodeградируемых материалов, обеспечивающих необходимые свойства, приближающиеся к синтетическим многотоннажным полимерам. Важное место занимает проблема придания свойств биоразложения хорошо освоенным промышленным полимерам: полиэтилену (ПЭ), полипропилену (ПП), поливинилхлориду (ПВХ), полистиролу (ПС) и полиэтилентерефталату (ПЭТФ). Так как перечисленные полимеры и изделия из них при захоронении могут храниться «вечно», то вопрос придания им способности биоразлагаться стоит особенно остро.

Биоразложение полимера является сложным процессом, на скорость и завершенность которого влияют не только строение и свойства полимера, но и окружающие условия. Из окружающих условий первостепенное *влияние оказывают* влажность, температура, pH среды, свет, а также такой комплексный фактор, как контакт с почвой и тип почвы. Перспектива создания биоразлагаемых полимеров с регулируемым сроком действия является на данный момент актуальной задачей. Создание материалов и покрытий, способных по окончании срока эксплуатации распадаться на фрагменты, утилизируемые почвой, позволяет существенно снизить нагрузку на окружающую среду и предотвратить опасность возникновения техногенных катаклизмов.

При применении в качестве мульчи светонепрозрачной полиэтиленовой плёнки требуется удаление её с поля после использования. Зачернение полиэтилена сажей (от 2,5 до 10 весовых %) стабилизирует его по отношению к ультрафиолетовому излучению – срок распада по сравнению с прозрачным полиэтиленом

увеличивается на порядок (становится равным примерно 10 годам). При этом края плёночного полотна, заделанные в почву, сохраняются ещё более длительное время. Поэтому нужно полностью удалять плёнку, не допуская накопления полимерных остатков, затрудняющих механическую обработку почвы и негативно влияющих на растения – например, в черенковой школе при наличии фрагментов плёнки может происходить одностороннее образование корней на черенках, приводящее к получению нестандартных саженцев.

Удаление плёнок с небольших участков чаще всего производится вручную. Созданы приспособления, позволяющие полностью или частично механизировать этот весьма трудоёмкий процесс, требующий в среднем 80 чел.-ч/га. Механизированная уборка плёнки проводится следующим образом: полотно по наиболее целесообразной схеме разрезается ножами (пластинчатыми или дисковыми) с одновременным разрыхлением почвы на присыпанных краях, затем ленты поднимают (вытаскивают) из почвы и сматывают в рулоны. Наиболее сложно реализовать механизированную уборку в школе, где она проводится до или одновременно с выкопкой саженцев и при этом необходимо не повреждать растения. В Германии создан ряд аналогичных по конструкции устройств для наматывания плёночных лент. Для ширины лент до 2 м используют навесные агрегаты с расположением вала поперёк продольной оси трактора (рис. 33).



Рис. 33. Удаление пленок

Агрегаты выполнены навесными имеют привод от ВОМ могут работать позиционно (или при движении) – свободно уложенное полотно плёнки, стаскивается (или поднимается) с поверхности

почвы и, направляемое каркасом из труб, наматывается на вал для дальнейшего использования или переработки. Рабочая скорость при уборке составляет до 1,2 км/ч. При ширине ленты до 5 м используют прицепные, работающие позиционно, агрегаты с расположением вала вдоль оси трактора. При большей ширине плёнки её складывают поперёк вручную и наматывают на вал. Механизация уборки возможна только для плёнок, уложенных на почву, тогда как при сооружении плёночных тоннелей уборка возможна лишь вручную.

Убранная плёнка может использоваться в дальнейшем для мульчирования почвы или утилизироваться. При рассмотрении путей утилизации полимерных отходов заслуживает внимания опыт Германии. Основной объём отходов сельского хозяйства и садоводства там составляет полиэтилен. Сжигание пластмасс в хозяйствах законодательно запрещено с 1972 г. В стране организована система сбора отходов через предприятия торговли сельскохозяйственными материалами. При этом важна непрерывность приёма таких отходов у сельхозпроизводителей, что повышает качество вторичного сырья. В стратегии переработки выделяют два пути: изготовление качественных изделий (требует больших затрат) и производство простых продуктов с минимально возможным числом операций. По принципу наименьших затрат чаще используют второй путь: пластиковые отходы очищают, измельчают, расплавляют при температуре 200 °С и формуют в цилиндрические слитки. Из полученного вторичного пластика изготавливают: панели и перегородки для ферм, специальные облицовочные кирпичи, плитку для пола, элементы решётчатых полов, барабаны для кабеля, мусорные контейнеры, горшки для растений и т.п. При выработке ресурса этих изделий или некачественном сырье пластмассу сжигают для получения энергии (например, в качестве поддерживающего топлива в мусоросжигательных установках). Удельная теплота сгорания полиэтилена составляет 43...44 МДж/кг (для нефти – 42,3 МДж/кг).

Вследствие небольшого объёма мульчированных площадей в нашей стране агрегаты для удаления плёнки серийно не разрабатывали – мульчу удаляли вручную.

Альтернативой, позволяющей не удалять мульчу с поля, является использование свето-, биоразлагающихся материалов (в том числе специальной бумаги). Использованию светоразрушающихся плёнок много внимания уделяется в США, но эффективность их применения спорна, т.к. будучи присыпанными слоем почвы они не распадаются и засоряют пахотный слой. Мульчирующая бумага дороже плёнки более чем в 2 раза. Как путь удешевления возможно изготовление мульчирующей бумаги из макулатуры, но при этом возникает необходимость контроля занесения в почву вредных веществ. В Германии проводятся опыты с биоразлагающейся плёнкой на основе крахмала и полиэтилена, которая может стать перспективным материалом для мульчирования почвы.

В нашей стране получены положительные результаты при применении фоторазрушаемых, цветных плёнок на производственных плантациях земляники; фоторазрушаемых на посевах хлопка; мульчирующей бумаги – при выращивании саженцев винограда.

В Центральном научно-исследовательском институте бумаги (ЦНИИБ) была разработана технология и организовано производство термогидрофобной всходозащитной бумаги со сроком разрушения от 1 до 3 лет для использования при закладке производственных плантаций смородины одревесневшими черенками и при выращивании земляники. Для укладки бумаги применяли машину МРМП-1, разработанную в научно-исследовательском зональном институте садоводства Нечернозёмной полосы (НИЗИСНП).

## **Глава 8. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Технология хранения плодов и овощей в условиях герметических упаковок находит все более широкое распространение. Они дают возможность максимально продлить срок хранения продукции при одновременном сохранении качества продукции, близком к исходному. При пассивном методе создания измененного состава газовой среды используется дыхание самих объектов хранения в закрытых емкостях или камерах (МГС). В этом случае желаемый состав газовой среды создается не сразу, а в зависимости от интенсивности дыхания плодов и овощей через 0,5...1 мес. После начала хранения.

Наиболее просто измененный состав газовой среды создают при помощи упаковки плодов и овощей в полимерные пленки, главным образом полиэтиленовые, что резко сокращает потери и позволяет сохранить высокое товарное качество продукции, так как пленка почти не пропускает паров воды и в упаковке быстро создается высокая влажность, благоприятная для предотвращения увядания продукции. За счет дыхания продукции повышается концентрация углекислого газа и снижается концентрация кислорода, что способствует снижению интенсивности дыхания продукции. Упаковка из полиэтиленовой пленки служит защитой продукции от механических повреждений и переноса спор фитопатогенных микроорганизмов (рис. 34, 35).

Герметичные упаковки из полиэтиленовой пленки применяют в основном при хранении яблок, груш и некоторых овощей. Успех хранения зависит от ряда условий, в первую очередь от выбора сорта яблок, устойчивого к повышенным концентрациям  $\text{CO}_2$ ; толщины пленки, вместимости пакетов, и условий упаковки, которые должны исключить образование конденсата в пакетах. Очень важно перед герметизацией пакета охладить продукцию до температуры, при которой будет проходить хранение, это предотвратит

отпотевание внутри упаковки. Примерно через месяц состав газовой среды при толщине пленки 40 мкм и вместимости пакетов 2...3 кг устанавливается на уровне 3...5 % CO<sub>2</sub> и 16...18 % CO<sub>2</sub>.



Рис. 34. Хранение моркови в полиэтиленовой плёнке



Рис. 35. Хранение яблок в полиэтиленовой плёнке

Продолжительность хранения черной смородины и слив при температуре 1...1,5 °С и относительной влажности воздуха

85...95 % значительно увеличивается после закладки продукции в полиэтиленовые пакеты вместимостью 0,5; 1 и 1,5 кг.

Пленчатые упаковки из полиэтилена или другого полимерного материала могут быть разной вместимости – от одного плода до нескольких центнеров. В нашей стране применяются полиэтиленовые пакеты, вкладыши-мешки в стандартные ящики или контейнеры, и крупногабаритные полиэтиленовые контейнеры.

Хранение плодов в ящиках с вкладышами из полиэтиленовой пленки отличается от обычной упаковки только большим размером вкладыша, рассчитанного на ящик вместимостью 20...25 кг. Перед нагрузкой плоды охлаждают до температуры 0...2 °С, чтобы избежать запаривания и образования конденсата, затем закрывают вкладыши.

Состав газовой среды в первые три-четыре недели изменяется следующим образом: концентрация диоксида углерода повышается до 3...6 %, содержание кислорода снижается до 6...10 %. Относительная влажность воздуха достигает 90...95 % и более. Способ не требует герметизации помещения, его можно применять в обычных холодильных камерах.

В технологии хранения плодов и овощей ограничивающим фактором является в первую очередь верхний предел накопления CO<sub>2</sub>, так как даже у устойчивых сортов слишком большие концентрации этого газа вызывают физиологические расстройства, проявляющиеся в различного рода потемнениях как поверхностных, так и внутренних тканей. Применительно к плодам семечковых пород установлено, что при толщине полиэтиленовой пленки 30...60 мкм в упаковках небольшой массы создается благоприятная для длительного хранения газовая среда.

Создание же нужной атмосферы за счет использования метаболизма самих плодов зависит в основном от температуры и требует много времени (около месяца), пока не будет достигнуто необходимое газовое равновесие. Ускорить процесс дыхания можно, повысив температуру, но это может привести к сокраще-

нию сроков хранения овощей, увеличению потерь. При этом камеры, в которых состав атмосферы определяется дыханием самих овощей, должны в один прием загружаться и разгружаться, что создает большие трудности особенно если плоды по качеству неоднородны. Для создания модифицированной газовой среды (МГС) используют два основных полимерных материала – полиэтиленовую пленку и газоселективную силиконовую ткань.

Использование полиэтиленовых мешков, вкладышей с силиконовой мембраной или без нее нашло широкое промышленное применение для корнеплодов, капусты, овощной зелени в связи с простотой, доступностью и сравнительной дешевизной метода. Проведенные исследования хранения в полимерных пленках арбузов, редиса, чеснока также дали положительный эффект.

Наряду с достоинствами хранение овощей в МГС имеет и ряд недостатков, которые сдерживают его широкое промышленное применение. Это необходимость герметизации полиэтиленовых мешков и вкладышей при хранении многих видов овощей, что связано с дополнительными трудозатратами. Хранение в МГС экономически оправдывается только при длительных сроках

При хранении плодов применяют так называемую физиологическую упаковку в тонкую полиэтиленовую пленку (20...30 мкм), по несколько экземпляров продукции, обычно 5...10 шт. Обычно пленка малой толщины обтягивает отдельные экземпляры продукции, как бы приликая к их поверхности.

Создавать вакуум в полиэтиленовых пакетах с плодами и овощами можно и путем откачки из них воздуха перед герметизацией. Имеется опыт положительного хранения в таких условиях устойчивых сортов яблок и груш, косточковых плодов, винограда, огурцов, моркови, редиса (рис. 36).

Большие трудности возникают при транспортировании и хранении зеленых овощей, таких, как салат, зеленый лук, а также томатов, огурцов, цветной капусты и других. Использование герметичной упаковки из полиэтиленовой пленки толщиной 30...40 мкм

весьма эффективно для перечисленных овощей. В такой упаковке продукция хорошо сохраняется, особенно в условиях пониженной температуры (2...5 °С), в течение примерно 5...6 дней.



Рис. 36. Вакуумная упаковка овощей и грибов

Хранение плодов и овощей в герметичных камерах с контролируемой атмосферой особенно надежно. В этом случае заданный состав газовой среды может создаваться биологическим путем, а избыток углекислого газа удаляется скрубберами. Время стабилизации состава газовой среды – 15...30 сут.

На открытом воздухе, особенно при высокой температуре, зеленные овощные культуры быстро теряют тургор и увядают, вследствие чего уже в течение нескольких часов резко снижается их товарное качество и содержание полезных компонентов химического состава. Описанные особенности этой группы продуктов предопределили специфику разработанного метода.

В герметичные полиэтиленовые пакеты упаковывают зеленые овощи, затем вводят в упаковку под давлением газообразный азот или воздух. При герметичной упаковке в упругих пакетах снижается интенсивность дыхания и испарения влаги продукцией, плоды и овощи защищены от механических повреждений. В упаковке за счет подачи азота создается благоприятный состав га-

зовой среды, содержание кислорода в ней составляет 10...12 %, что достаточно для нормального течения окислительных процессов без физиологических расстройств.

Особенно важно при таком методе хранения предотвратить выпадения конденсата влаги внутри упаковки. Для этого продукцию перед герметизацией пакета обязательно охлаждают до температуры, равной или более низкой, чем та, при которой предполагается транспортировать ее или хранить.

Недостаток герметичной упаковки из полиэтиленовой пленки, особенно толстой – опасность накопления  $\text{CO}_2$  в повышенной концентрации, что может вызвать расстройство дыхания и вследствие этого различного рода потемнения и некрозы у объектов хранения. Если некоторую часть поверхности такой плотной упаковки сделать более проницаемой для  $\text{CO}_2$ , то можно избежать неприятных последствий. Это достигается при определенной степени перфорации, то есть создании некоторого количества отверстий определенного размера для сообщения с внешней средой.

Хранение плодов и овощей в пленчатых контейнерах с газообменным окном, первоначально разработанное во Франции Марселленом и внедренное «Рои Пуленк» позволяет не только изменять состав атмосферы но и контролировать в ней соотношение кислорода и углекислого газа. Плоды в стандартных ящиках упаковывают в большой мягкий контейнер, в боковую поверхность которого вмонтировано окно из силиконо-каучукового эластомера. После герметизации мягкого контейнера необходимый газовый состав внутри него достигается подбором этого диффузионного окна.

В 2000-х годах адаптировали способ хранения зерна в полиэтиленовых рукавах, которая применялась в Аргентине. Полимерный (полиэтиленовый) рукав – это состоящий из трех слоёв полиэтилена мешок, полученные методом коэкструзии, из которых 2 внешних – белые, а внутренний – чёрный. Каждый слой мешка выполняет определённые и независимые функции. Рукава

применяют для упаковки и консервации зерна различной влажности (рис. 37, 38).

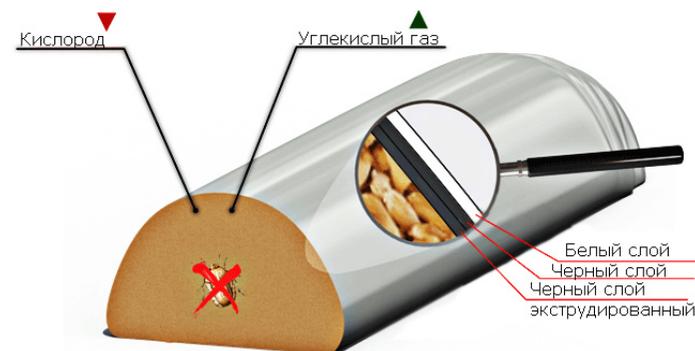


Рис. 37. Полиэтиленовый трёхслойный рукав для хранения зерна



Рис. 38. Загрузка полиэтиленового рукава зерном

Основой технологии хранения зерна в полимерных рукавах является герметичность. Герметичное хранение зерна достигается путём создания внутри полимерного рукава среды, где благодаря процессу дыхания зерна, насекомых и микроорганизмов меняется состав атмосферы – снижается уровень кислорода за счёт его замещения углекислым газом. Так как воздухообмен с внешней средой закрыт, происходит консервация зерна в среде углекислого газа, который является идеальным натуральным консервантом. При этом все вредители погибают через 10...20 дней.

Процесс загрузки зерна происходит с помощью зерноупаковочной машины, которая, при помощи ВОМ трактора, загружает зерно в сложенный в виде гофры рукав. По мере заполнения, трактор с упаковщиком, под давлением поступающего зерна, двигаются вперёд. Натяжение рукава регулируется с помощью тормозов упаковщика. Бункера-перегрузчики являются одними из высокопроизводительных способов подачи и загрузки зерна в упаковочные машины.

Для разгрузки рукавов удобно пользоваться специальными разгрузочными машинами, которые позволяют одновременно разрезать рукав, обеспечивая горизонтальную и дальнейшую наклонную подачу зерна с помощью шнековых транспортёров в автотранспортное средство.

Качество хранения в полимерных рукавах не хуже элеваторного, при хранении семена не теряют всхожести и полностью соответствуют всем требованиям к посевному материалу. Соблюдение рекомендуемых показателей влажности обеспечивает долгосрочное хранение с отличными качественными показателями.

*Преимущества технологии:*

- инвестиционные: экономная система с низкими вложениями. Все инвестиции – это покупка относительно недорогого оборудования и рукавов для хранения, а также подготовка площадки для закладки рукавов; нет необходимости инвестирования дорогостоящего строительства.

- технологические: позволяет избежать вынужденной остановки уборочной кампании, которая зачастую имеет место из-за отсутствия свободной площадки на крытых токах и недостатка транспорта для вывоза продукции из-под комбайна; возможность хранения как сухого зерна, так и зерна с повышенной влажностью; отсутствие необходимости транспортировки зерна на элеватор; хранение отсортированного зерна, отсутствие обезличенного зерна в хранении.

- финансовые: исключение расходов по хранению на элеваторе (15...35 % от стоимости зерна); сокращение транспорт-

ных расходов; отсутствие обезличивания и заниженной элеваторами оценки качества зерна (потеря в цене); получение на выходе зерна более высокого качества за счёт послеуборочного дозревания в рукавах.

*Недостатки технологии:* основная проблема в повреждении плёночного рукава птицами, грызунами или людьми.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адащик А.Г., Радюк А.Ф. Влияние мульчирования почвы плёнкой и загущенных посадок на выход стандартных саженцев чёрной смородины // Плодоводство. Научные труды БНИИП. – Т. 8. – Минск, 1983. – С. 127–133.

2. Бутузов А.Е., Гаспарян И.Н., Левшин А.Г. Механизация процесса возделывания раннего картофеля при помощи применения пленкоукладчиков // Достижения техники и технологий в АПК: материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти работника высшего профессионального образования, академика РАН, доктора технических наук, профессора Владимира Григорьевича Артемьева. – Ульяновск, 2018. – С. 32–38.

3. Влияние укрывания на эффективность производства раннего картофеля в Московской области / А.Е. Бутузов, И.Н. Гаспарян, М.Е. Дыйканова, О.Н. Ивашова // Международный технико-экономический журнал. – 2018. – № 3. – С. 15–20.

4. Патент на полезную модель RU 187437 U1, 06.03.2019 / А.Е. Бутузов, И.Н. Гаспарян, А.Г. Левшин, М.Е. Дыйканова, Ш.В. Гаспарян, А.В. Мельников. – Заявка № 2018143429 от 07.12.2018.

5. Применение пленкоукладчика при посадке картофеля / А.Е. Бутузов, А.В. Мельников, О.Н. Ивашова, М.Е. Дыйканова // Приоритетные направления регионального развития: материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. – 2020. – С. 658–661.

6. Вишнякова Н.М. Микроклимат и урожай при мульчировании почвы плёнкой. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 79 с.

7. Гаспарян И.Н., Дыйканова М.Е., Бутузов А.Е. Укрывной материал в технологии возделывания картофеля // Картофелеводство. Материалы научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля»; под ред. С.В. Жеворы. – 2018. – С. 311–316.

8. Гаспарян И.Н., Левшин А.Г., Бутузов А.Е. Использование технологических приемов для получения ранней продукции картофеля // Горячкинские чтения: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения академика В.П. Горячкина. – 2019. – С. 68–72.

9. Органическая технология возделывания экологически чистого картофеля раннего / И.Н. Гаспарян, А.Г. Левшин, О.Н. Ивашова, А.Е. Бутузов, М.Е. Дыйканова // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». – 2019. – № 6(94). – С. 14–18. – DOI: 10.34677/1728-7936-2019-6-14-18.

10. Использование укрывного материала для получения ранней продукции картофеля / И.Н. Гаспарян, В.Г. Судденко, М.Е. Дыйканова, А.Е. Бутузов // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XV Международной научной конференции. – 2018. – С. 676–680.

11. Гаспарян Ш.В., Масловский С.А. Переработка овощей в России: настоящее и будущее // Картофель и овощи. – 2018. – № 6. – С. 2–6.

12. Урожайность при временном укрывании посадок по гребню картофеля раннего в условиях Московской области / М.Е. Дыйканова, А.Г. Левшин, И.Н. Гаспарян, Н.Ф. Денискина, О.Н. Ивашова, М.А. Мехедов // Агроинженерия. – 2020. – № 6(100). – С. 31–38.

13. Дыйканова М.Е., Гаспарян И.Н., Левшин А.Г. Возделывание раннего картофеля: учебное пособие. – М.: МЭСХ, 2019. – 172 с.

14. Заманди П.К., Никитенко С.С. Мульчирующая всходо-защитная бумага при выращивании саженцев винограда // Виноделие и виноградарство СССР. – 1986. – № 5. – С. 50–51.

15. Котович И.Н. Плёнка Stablen – мульч для садоводов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 38 с.

16. Кудряшов Ю.С., Дыйканова М.Е. Использование полимерных материалов в овощеводстве: методические рекомендации. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015. – 22 с.

17. Куленкамп А. Мульчирующая плёнка // Садоводство. – 1973. – № 8. – С. 20.

18. Кухта П.Н., Адащик А.Г., Васюта В.М. Использование полиэтиленовой плёнки при возделывании земляники // Интенсивное плодовоовощеводство: сборник научных трудов БСХА. – Горки, 1992. – С. 28–30.

19. Возделывание экологически чистого картофеля раннего в двухурожайной культуре в условиях Московской области: практические рекомендации / А.Г. Левшин, И.Н. Гаспарян, М.Е. Дыйканова [и др.]. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. – 40 с.

20. Обминская Т.К., Теуважуков Р.А. Цветные мульчирующие плёнки на плантации земляники // Садоводство. – 1986. – № 3. – С. 26.

21. Машина для мульчирования / Б.П. Осанов, Б.М. Малащенко, И.И. Чухляев, А.А. Цымбал // Техника в сельском хозяйстве. – 1981. – № 2. – С. 58–59.

22. Панченко М.Е. Агроправила по мульчированию овощных культур. – М.: Издание Наркомзема РСФСР, 1934. – 20 с.

23. Попова О.В. Применение светонепроницаемой полимерной плёнки при выращивании сеянцев берёзы в лесных питомниках // Селекционные основы повышения устойчивости лесных насаждений в аридной зоне: сборник научных трудов. – Волгоград, 1985. – Т. 1, № 84. – С. 136–139.

24. Применение полимерных материалов при выращивании саженцев винограда: рекомендации Всероссийского НИИВ и В им. Я.И. Потапенко. – Новочеркасск, 1984. – 24 с.

25. Применение синтетических плёнок в лесном хозяйстве / Под ред. А.Д. Букштынова. – М.: Лесная промышленность, 1969. – 176 с.

26. Рагимов З.Р. Оценка работы машины для расстила мульчирующего покрытия // Механизация трудоёмких процессов в ягодоводстве: сборник научных работ. – М., 1983. – С. 95–102.

27. Ревенко В.Ю., Зайцев Р.Н. Влияние укрывных и мульчирующих материалов на сохранность почвенной влаги предкавказ-

ских чернозёмов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 12–1. – С. 159–162.

28. Выращивание земляники с предпосадочным мульчированием почвы всходозащитной бумагой: рекомендации. – М.: Колос, 1984. – 32 с.

29. Выращивание саженцев винограда из зелёных черенков и применение полимерных материалов: рекомендации. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 48 с.

30. Скрипниченко М.М. Применение полимерной плёнки в качестве мульчи при выращивании саженцев смородины // Интенсификация возделывания плодовых и ягодных культур. – Л., 1991. – С. 31–36.

31. Соколова Н.Г., Котович И.Н. Фоторазрушаемая плёнка на землянике // Садоводство. – 1986. – № 3. – С. 25–26.

32. Технологическое обоснование мульчирующей системы земледелия // Техника и оборудование для села. – 2003. – № 9. – С. 16–19.

33. Трунов Ю.В. Мульчирование почвы чёрной полиэтиленовой плёнкой в питомнике // Садоводство и виноградарство. – 1995. – № 2. – С. 10–11.

34. Чигрин В.Н. Мульчирование виноградников. – Симферополь: Крымиздат, 1946. – 119 с.

35. Чирцов С.П., Эрматов К.М. Приспособление для укладки плёнки над рядками семян хлопчатника // Механизация и электрификация. – 1993. – № 7. – С. 11.

36. Чухляев И.И., Осанов Б.П., Ефименко Д.Е. Предпосадочное мульчирование почвы на ягодниках // Садоводство. – 1983. – № 3. – С. 18–19.

37. Шахова Л.Н. Особенности выращивания земляники с применением полимерных плёнок: дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 1967. – 208 с.

38. Шмыгля В.А., Кинякин Н.Ф., Кутсаманова И.Н. Защита картофеля от вирусной инфекции и ускоренно размножение оздоровленного материала // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 1997. – № 4. – С. 133–144.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Глава 1. История исследований в области мульчирования почвы .....	5
Глава 2. Перспективные полимерные материалы и особенности их использования в условиях открытого грунта .....	25
Глава 3. Применение полимерных материалов для мульчирования .....	38
Глава 4. Материалы растительного происхождения для мульчирования почвы .....	48
Глава 5. Основные виды и агроэксплуатационная оценка светопрозрачных и полимерных материалов.....	53
Глава 6. Сельскохозяйственная техника для мульчирования почвы .....	61
Глава 7. Удаление мульчирующей плёнки и пути её вторичного использования.....	67
Глава 8. Использование полимерных материалов для хранения сельскохозяйственной продукции .....	80
Список литературы.....	89

39. Two-yielding potato culture in Moscow region / O. Ivashova, V. Sychev, M. Dyikanova, A. Levshin, I. Gasparyan // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. – 2020. – Pp. 012067.

40. Agrotechnical requirements for the cultivation of potatoes in a twocrop culture / I. Gasparyan, A. Levshin, O. Ivashova, M. Dyikanova, N. Deniskina // Research on Crops, 2021, 22 (special issue). – С. 1–4.

41. Glössl F. Vorteile und Nachteile der Mulchfolienkultur (3) // Bessres Obst. – 1977. – Jg. 22. – H. 4. – S. 57–58.

42. Kromer K.-H. Intensivierung mit Mulchfolie // Gemüse. – 1982. – Jg. 18. – № 9. – S. 278–282.

43. Krukenberg E. Einsatz synthetischer Mulchmaterialien im Freilandanbau // Gartenbau (Berlin). – 1991. – Jg. 38. – № 10. – S. 6–8.

44. Lawson G. Catch the early market // Power Farming. – 1981. – Vol. 60. – № 4. – P. 10–13.

45. Haffar I., Baasiri M., Marrush M. Development and testing of a prototype plastikmulch, drip irrigation pipe layer. – St. Joseph. Mich., 1986. – 13 p.

46. Hamel J.-M. L'utilisation de paillins plastique en pépinière // Quebec Vert. – 1991. – Vol. 13. – № 4. – P. 61–65.

47. Mehedov M.A. Elements of the technique of experience according to application frameless film microshade at rooting the sclerotic cuttings // Proceedings of the 12th International Conference and Exhibition on Mechanization of Field Experiments. 5–9 July 2004. Saint-Petersburg. Pushkin, Russia. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – P. 217–220.

48. Schumann F., Sebastian B. Pfropfrebenanzucht unter Mulchfolie in der Rebschule // Weinberg Keller. – 1978. – Band 25. – H. 9. – S. 376–396.

49. Schumann F., Sebastian B. Die Verwendung von Mulchfolien in der Rebenveredlung. – Dt-Weinbau, 1979. – Jg. 34. – № 12. – S. 485, 486, 491.

50. Wohlfarth P. Untersuchungen zum Pflanzabstand und zu unterschiedlichen Kulturmaßnahmen bei Rebschulen in Mulchfolien // Bad. Winzer. – 1993. – Jg. 18. – № 3. – S. 108–110.

*Учебное издание*

ДЫЙКАНОВА Марина Евгеньевна  
МЕХЕДОВ Михаил Алексеевич  
ГАСПАРЯН Ирина Николаевна  
ЛЕВШИН Александр Григорьевич  
ДЕНИСКИНА Наталья Фёдоровна  
ГАСПАРЯН Шаген Вазгенович  
ЩИГОЛЕВ Сергей Викторович

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ  
И ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

*Учебное пособие*

*Издается в авторской редакции*  
Техн. редактор *Т.Б. Самсонова*

Подписано в печать 25.03.2021. Формат 60×84/16.  
Уч.-изд. л. 5,0. Печ. л. 6,0. Тираж 500 экз. Заказ № 528.

Отпечатано в АНО Редакция журнала «МЭСХ»  
127412, Москва, ул. Б. Академическая, д. 44, корп. 2, e-mail: [t\\_sams@mail.ru](mailto:t_sams@mail.ru)