

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# СИСТЕМА КОРМОПРОИЗВОДСТВА НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ



Москва 2023

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# СИСТЕМА КОРМОПРОИЗВОДСТВА НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

*Научно-практическое издание*

Москва  
2023

УДК 631.6; 631.584; 633.2

ББК 40.62; 40.3

С 40

Авторы:

**В.А. Шадских**, д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр., **В.Е. Кизжаева**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., **В.О. Пешкова**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. (ФГБНУ «ВолжНИИГиМ»)

Рецензенты:

**К.Е. Денисов**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия»,  
**В.В. Корсак**, д-р с.-х. наук, доц., проф. кафедры «Гидромелиорация, водопользование и строительство в АПК» (Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова)

Ответственный за выпуск

**М.В. Боровой**, директор Департамента мелиорации Минсельхоза России

С 40 **Система кормопроизводства на орошаемых землях:** науч.-практ. изд. –  
М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – 132 с.

ISBN 978-5-7367-1759-0

Рассмотрены особенности формирования системы кормопроизводства на орошаемых землях с использованием многолетних многокомпонентных видовых посевов с козлятником восточным и злаковыми травами. Предложена ресурсосберегающая технология производства высокобелковых кормов на орошаемых землях на основе создания агроценоза бобово-злаковых трав длительного пользования и даны рекомендации производству по повышению продуктивности кормосмесей на мелиорированных землях с использованием фитомелиоративных культур и инновационных биотехнологических приемов возделывания.

Предназначено для использования учреждениями высшего образования при подготовке специалистов, научно-исследовательскими организациями, специалистами мелиоративного и агропромышленного комплекса субъектов Российской Федерации, а также руководителями и специалистами-агрярами различных форм собственности при создании системы кормопроизводства на орошаемых землях.

Рекомендовано к изданию Научно-техническим Советом Минсельхоза России (протокол НТС от 30 июня 2023 г. № 30).

---

**Shadskikh, V.A., Kizhaeva V.E., Peshkova, V.O.** *Forage production system on irrigated lands: scientific-practical. ed.* – (Moscow: Rosinformagrotech) 132 (2023).

The particularities of the formation of a forage production system on irrigated lands using perennial multi-component species crops with oriental goat's rue and cereal grasses are considered. A resource-saving technology for the production of high-protein fodder on irrigated lands based on the creation of an agrocenosis of long-term legume-grass grasses is proposed, and recommendations are given to the producers regarding increasing the productivity of forage mixtures on reclaimed lands using phytomeliorative crops and innovative biotechnological methods of cultivation.

It is intended for use by higher education institutions in the training of specialists, research organizations, specialists in the reclamation and agro-industrial complex of the constituent entities of the Russian Federation, as well as managers and agricultural specialists of various forms of ownership when creating a fodder production system on irrigated lands.

It is recommended for publication by the Scientific and Technical Council of the Ministry of Agriculture of Russia (The Council's protocol dated June 30, 2023 No. 30).

УДК 631.6; 631.584; 633.2

ББК 40.62; 40.3

ISBN 978-5-7367-1759-0

© Минсельхоз России, 2023

## ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития сельского хозяйства, когда производство продукции животноводства переводится на промышленную основу, проблема создания прочной кормовой базы имеет особо важное значение. Зеленые корма для животных и птиц выращивают в основном на орошении в кормовых севооборотах.

Основные виды кормов часто не отвечают предъявляемым требованиям, не позволяют сбалансировать кормовые рационы, не покрывают недостаток белка, что приводит к их значительному перерасходу и увеличению себестоимости продукции животноводства.

Практика нескольких десятилетий неоспоримо доказала насущную необходимость и перспективность локального орошаемого земледелия в зоне неустойчивого увлажнения, где земледелие по своей сути является мелиоративным. Основными факторами, регулирующими и определяющими уровень продуктивности кормовых культур в этих условиях, являются орошение и удобрение [1].

Перспективным методом обогащения кормов белком для КРС является выращивание кормосмесей, в состав которых входит соя, содержащая практически все незаменимые аминокислоты, притом соевый белок значительно дешевле горохового, кормовых дрожжей и рыбной муки.

Согласно Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия [2] для получения высококачественного сбалансированного по белку зеленого корма и зернофуража посевы сои в чистом виде и в смеси с другими кормовыми культурами в Саратовской области необходимо довести до 80-100 тыс. га.

По нашим расчетам, чтобы обеспечить сбалансированность комбикормов по белку только в Саратовской области, необходимо довести валовой сбор зерна сои до 100 тыс. т в год. В Доктрине продовольственной безопасности России на период до 2030 года одной из приоритетных задач является повышение обеспеченности населения молочно-мясной продукцией отечественного производства. Для успешного решения этой задачи потребуется интенсификация кормопроизводства [3].

Технология возделывания кукурузы в смеси с соей на силос разработана и успешно применяется в хозяйствах Поволжского региона, но из-за дороговизны семян кукурузы многие хозяйства возделывают сою в смеси с сорго и суданской травой. Возделывание сои по традиционным технологиям в чистых и смешанных посевах с сорго и суданской травой не обеспечивают требуемый уровень урожайности и качества продукции.

На основании исследований ВолжНИИГиМ, анализа научно-технической литературы и передового опыта ведущих сельскохозяйственных предприятий Поволжья разработана ресурсосберегающая технология выращивания одновидовых и смешанных посевов (двух-, трех- и четырехкомпонентные кормосмеси), состоящих из сорго, суданской травы, сои, кукурузы, подсолнечника и других культур, обеспечивающих получение гарантированного урожая кормосмесей в два укоса не ниже 70,0-80,0 т/га корм. ед. и содержание в 1 корм. ед. не менее 105-110 г переваримого протеина, сбалансированного по белку. Многокомпонентные кормосмеси могут использоваться в виде зеленого корма и закладываться на силос.

Коллектив авторов выражает надежду, что данное научно-практическое издание будет полезно специалистам-аграриям при создании одновидовых и смешанных посевов кормовых культур и поспособствует созданию прочной кормовой базы для животноводства и повышению эффективности использования орошаемых земель.

# **1. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ**

## **1.1. Оптимальный подбор кормовых культур и способ их размещения в смешанных агроценозах**

Основным условием при выборе сортов сорго и суданской травы для возделывания в смешанных посевах является их продуктивность. Сорта сорго и суданской травы, возделываемые на орошаемых землях на силос, должны быть высокоурожайными, продуктивными (интенсивно формировать листостебельную массу), отзывчивыми на орошение, плодородие почвы, внесение органических и минеральных удобрений [4].

Следующим требованием к сортам сорго и суданской травы является устойчивость к полеганию, как прикорневому, так и стеблевому. Полегание растений не позволяет вести интенсивное орошение, ухудшает условия роста и развития растений, снижает их продуктивность и затрудняет проведение уборочных работ.

Возделываемые сорта сорго и суданской травы должны хорошо силосоваться, обладать устойчивостью к поражению тлей, ржавчиной и головневой инфекцией.

Сорта сои при возделывании в смешанных посевах с сорго и суданской травой должны обладать высокой степенью устойчивости к загущению травостоя, не полегать, хорошо ветвиться. Желательно, чтобы растения обладали способностью виться – обвивая стебель сорго, соя приобретает бóльшую устойчивость к полеганию, формируют более мощный фитоциноз и накапливает больше питательных веществ [5].

Наиболее полно этим требованиям отвечают следующие сорта сои – Селекта 101, Соер 4; сорго – Волжское 51; суданской травы – Зональная 6; сорго-суданковый гибрид – Сордан.

Сорт сои Соер 4 внесён в Государственный реестр селекционных достижений в 1997 г. Допущен к использованию и рекомендован к производственному возделыванию сразу в одновидовых и сме-

шанных посевах, отличается высокой экологической пластичностью и хорошо приспособляется к самым разнообразным условиям выращивания. Раннеспелый, вегетационный период составляет 97-111 дней. Облиственность средняя. Стебель зеленый, слабо ограниченный, слабо коленчатый, междоузлия короткие, опушение рыжее, редкое. Цветок фиолетовый, соцветие – кисть. Форма боба прямая до слабоизогнутой, верхушка заостренная, окраска желтовато-бурая, опушение редкое. Семя овальное, желтое, без пигментации, средней крупности. Поверхность семени гладкая с неявным глянцем. Масса 1000 семян – от 129,7 до 183,2 г. Потенциальная урожайность зеленой массы – 12-15 т/га.

Сорт Селекта 101 включен в Государственный реестр в 2007 г. В условиях Саратовской области сорт является среднеспелым, период вегетации составляет 115-130 дней. Растения индетерминантного типа роста, среднерослые, полусжатой формы с серым опушением. Боковые листочки овальной формы, до ромбовидной, зелёные, среднего размера. Цветок белый. Боб светло-коричневый. Высота прикрепления нижних бобов – 10,3-22,6 см. При оптимальной густоте растений в 450-500 тыс. шт/га не склонен к полеганию. Семена средней величины, шаровидно-приплюснутые, жёлтые, рубчик жёлтый. Масса 1000 семян – 117,7-145,1 г. Содержание в семенах белка составляет 41-42%, масла – 21-24%. Хорошо приспособлен для возделывания в смешанных посевах на силос и зеленый корм. Потенциальная урожайность зеленой массы – 15-17 т/га.

Сорго Волжское 51 относится к виду сахарного сорго. Среднеранний – продолжительность вегетационного периода – 110-120 дней. Растения высотой 180-190 см, хорошо облиственные. Кустистость – три-четыре стебля на растении. Сорт предназначен для использования на зеленый корм, сенаж и силос. В стеблях содержится 17-18% сахаров. Мелко измельченная силосная масса хорошо поедается всеми видами сельскохозяйственных животных. Урожай зеленой массы в условиях орошения – 30-35 т/га.

Суданская трава Зональная относится к сочно-стебельным формам. Сорт устойчив к засухе, холодостойкий. Отличается высокой облиственностью, хорошо отрастает после скашивания. Зеленая

масса характеризуется оптимальным сахаропротеиновым соотношением. По данным оригинатора, урожайность за два укоса составляет более 24,5 т/га.

Сорго-суданковый гибрид Сордан сочетает в себе высокую засухоустойчивость и продуктивность с высокой питательностью. Высота растений гибрида – 170-180 см. Стебли тонкие, сочные. По содержанию сахаров, каротина и белка занимает промежуточное положение между сорго и суданской травой. Средняя урожайность зеленой массы за три года исследований составила 45-50 т/га.

Установлено, что сбалансированность двухкомпонентной смеси сои и сорго или сои и сорго-суданкового гибрида достигается при соотношении зеленой массы 1:1; трехкомпонентной – сои, сорго и суданской травы – 1:0,7:0,3; четырехкомпонентной – сои, сорго, суданской травы и подсолнечника – 1:0,7:0,3:0,2.

Смешанный посев кормовых культур может осуществляться чередующимися рядами, перекрестно и по полосам (рис. 1.1-1.3).



*Рис. 1.1. Полосной посев сои (0,15 м) и сорго (0,3 м)*



*Рис. 1.2. Рядовой посев четырех компонентов кормосмеси: соя, сорго, суданская трава и подсолнечник (0,15 м)*



*Рис. 1.3. Полосной посев сои (0,15 м) и двухкомпонентной кормосмеси: сорго-суданковый гибрид и подсолнечник (0,3 м)*

Полосной посев имеет преимущество, так как упрощает технику сева и способствует увеличению протеина в зеленой массе.

## **1.2. Предшественники и место в севообороте**

Рациональный подход к севооборотам является одним из основных условий использования ресурсосберегающих технологий выращивания одновидовых и смешанных посевов кормовых культур. Без научно обоснованного чередования культур использование энергосберегающих технологий невозможно, так как из-за различной устойчивости компонентов кормосмеси к химическим препаратам гербициды в вегетационный период не применяются. Выбор предшественников определяется прежде всего чистотой поля от сорняков. Лучшими предшественниками являются однолетние злаково-бобовые травы и озимые культуры.

## **1.3. Возделывание кормовых культур с использованием ресурсосберегающей технологии обработки почвы**

Выбор системы обработки почвы под посев одновидовых и смешанных кормовых культур зависит от предшествующей культуры, степени засоренности поля, ресурсных возможностей хозяйства и необходимости ресурсосбережения. Система обработки почвы должна быть направлена на максимальное уничтожение сорняков, создание выровненной поверхности и семенного ложа для равномерного размещения семян.

На сильно засоренных полях многолетними сорняками возможно сочетание элементов классической обработки и ресурсосберегающей. Классическая технология возделывания кормовых культур на силос предусматривает лущение стерни и глубокую зяблевую вспашку с оборотом пласта. Весной, по мере наступления физической спелости почвы, предпосевная обработка начинается с выравнивания поля. Выравнивание поверхности поля проводят под углом к направлению вспашки. Этот агроприем является обязательным

и необходимым для обеспечения качественного сева, особенно на полях с выраженными микропонижениями. При проведении этих работ следует использовать только гусеничные тракторы. Проводятся покровное боронование в два следа, глубокая и предпосевная культивации. Комплекс машин и механизмов для возделывания четырехкомпонентной кормосмеси по классической технологии приводится в табл. 1.1.

Таблица 1.1

**Комплекс машин для возделывания кормовых культур**

| Машины                               | Марка               | Класс тяги, т |
|--------------------------------------|---------------------|---------------|
| Луцильщик дисковый гидрофицированный | ЛДГ-10А, ЛДГ-15А    | 3             |
| Плуг                                 | ПЛП-3-35, ПБС-4-6   | 4             |
| Борона дисковая                      | БДП-7, БДТ-10       | 3             |
| Борона тяжелая зубовая скоростная    | БЗТС-1,0            | 3             |
| Прицепной выравнитель                | ВП-8                | 3             |
| Сцепка гидрофицированная             | СП-11, СП-16, СГ-21 | 3             |
| Культиватор                          | КПС-5,4             | 2             |

При затяжной и холодной весне, сильном засорении полей и уплотнении почвы первую культивацию проводят на глубину 6-8 см, вторую – 10-12, когда почва несколько подсохнет, третью – на глубину заделки семян, т.е. на 5-6 см.

При дружной теплой весне, когда почва просыхает быстро, достаточно двух культиваций: первой – на глубину 10-12 см, второй – на глубину заделки семян.

Во избежание перемешивания сухого и влажного слоев почвы используют культиваторы с плоскорезными рабочими органами в сцепке с боронами и шлейфами или бороны с приваренными сегментами. Культивация должна проводиться поперек или под углом к направлению вспашки. Все сорные растения должны быть срезаны. Предпосевная культивация проводится непосредственно перед посевом.

С целью увлажнения верхнего слоя почвы за три-четыре дня до посева поле поливается водой в норме 200-250 м<sup>3</sup>/га.

После уборки предшествующей культуры проводятся лушение стерни, провокационный полив и обработка поля общеистребительными гербицидами глифосатной группы при наличии многолетних сорняков.

Весной, по мере поспевания почвы, поля обрабатывают комбинированными агрегатами АКП-6 и «Лидер», совмещающими в себе несколько технологических операций. Посев сорго и суданской травы осуществляется посевными комплексами «Бурго», «Концепт-200», а соя и подсолнечник высеваются поперек посева сорго прессовой сеялкой (табл. 1.2).

Таблица 1.2

**Комплекс машин и оборудования для возделывания  
четырёхкомпонентной кормосмеси на силос  
при ресурсосберегающей технологии**

| Машины                                      | Марка                  | Класс тяги, т |
|---------------------------------------------|------------------------|---------------|
| Луцильщик дисковый гидрофицированный        | ЛДГ-10А, ЛДГ-15А       | 3             |
| Агрегат почвообрабатывающий комбинированный | АПК-6, «Лидер»         | 5             |
| Посевной комплекс                           | «Бурго», «Концепт-200» | 5             |

В зимний период при толщине снежного покрова не менее 20 см проводят снегозадержание. Расстояние между валами – 6-8 м.

При наступлении физической спелости почвы предпосевная обработка начинается с выравнивания поля. Выравнивание поверхности поля проводят под углом к направлению вспашки.

#### **1.4. Борьба с сорной растительностью**

Основной способ борьбы с вредителями и болезнями – протравливание семян. Химические обработки назначаются по сигналу станции защиты растений при массовом развитии многоядных вредителей (луговой мотылек, саранчовые). Среди сорных растений наибольший ущерб урожаю могут нанести различные виды щирицы, мышей, куриное просо, осот розовый, вьюнок полевой и др.

Сорняки на посевах многокомпонентных кормосмесей уничтожаются агротехническими приемами и гербицидами группы «Глифосат» до проведения основной обработки почвы. Эффективность действия гербицидов зависит от многих факторов. Основные требования к качеству внесения следующие:

- рабочая жидкость должна быть однородной по составу, отклонение концентрации рабочей жидкости от расчетной не должно превышать  $\pm 5\%$ ;
- равномерное распределение заданной нормы расхода рабочей жидкости по обрабатываемой почве и растениям;
- опрыскивание химическими средствами должно проводиться с обязательным учетом погодных условий, не рекомендуется проводить опрыскивание при силе ветра более 4-5 м/с;
- не допускается снос рабочей жидкости за пределы обрабатываемых площадей;
- огрехи после проходов опрыскивателя не допускаются.

### 1.5. Внесение удобрений

Урожайность кормовых культур в одновидовых и смешанных посевах во многом зависит от пищевого режима почвы. Дозы и нормы внесения удобрений определяются погодными и технологическими факторами.

Для получения высоких урожаев зеленой массы большое значение имеет создание наиболее оптимальных условий, при которых удовлетворяются потребности растений в питательных веществах, что достигается выбором лучшего предшественника, внесением удобрений, подбором компонентов и посевом с оптимальной густотой стояния.

В ранневесенний период, при наступлении физической спелости почвы, определяется содержание гумуса и основных элементов питания.

Сорго считается малотребовательной к плодородию почв культурой, дает хорошие урожаи зеленой массы и на бедных почвах. В условиях орошения получение высоких урожаев невозможно без применения удобрений.

Под сою при недостаточных запасах в почве подвижных форм питательных веществ требуется внесение стартовой дозы минеральных удобрений. Кроме того, для активизации биологической азотфиксации необходимо перед севом провести инокуляцию семян бактериальным удобрением – ризоторфином.

С урожаем зеленой массы на 1 ц основной продукции сорго и суданская трава выносят из почвы 0,27 кг азота, 0,1 фосфора и 0,2 кг калия; соя – 0,55 кг азота, 0,55 – фосфора и 0,75 кг калия.

Из азотных удобрений в основном используют мочевины и аммиачную селитру. Мочевину можно вносить осенью, а аммиачную селитру, содержащую азот в легкоподвижной форме, целесообразно применять в весенне-летний период под предпосевную обработку почвы или с поливной водой.

Из фосфорных удобрений применяют гранулированный простой и двойной суперфосфат. Калийные удобрения применяются в форме калийных солей и хлористого калия. Фосфорные и калийные удобрения вносят осенью под основную обработку почвы в связи с их незначительной вымываемостью осенне-весенними осадками. Основные виды минеральных удобрений приводятся в табл. 1.3.

Таблица 1.3

### Основные виды минеральных удобрений

| Удобрения                    | Содержание элемента, % |                               |                  |
|------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------|
|                              | N                      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Аммиачная селитра            | 34,0                   | -                             | -                |
| Карбамид (мочевина)          | 46,0                   | -                             | -                |
| Сульфат аммония              | 21,0                   | -                             | -                |
| Натриевая селитра            | 16,0                   | -                             | -                |
| Аммиачная вода               | 18,0                   | -                             | -                |
| Жидкий (безводный) аммиак    | 82,3                   | -                             | -                |
| Аммиакаты                    | 25,0                   | -                             | -                |
| Суперфосфат простой          | -                      | 20,0                          | -                |
| Суперфосфат двойной          | -                      | 49,0                          | -                |
| Суперфосфат аммонизированный | -                      | 14,0                          | -                |
| Фосфатные шлаки              | -                      | 10,0                          | -                |
| Фосфоритная мука, сорт 1     | -                      | 29,0                          | -                |
| Обесфторенный фосфат         | -                      | 50,0                          | -                |

| Удобрения                    | Содержание элемента, % |                               |                  |
|------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------|
|                              | N                      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Преципитат                   | -                      | 25,0                          | -                |
| Фосфоритная мука, сорт 2     | -                      | 23,0                          | -                |
| Фосфоритная мука, сорт 3     | -                      | 20,0                          | -                |
| Хлористый калий              | -                      | -                             | 60,0             |
| Сульфат калия                | -                      | -                             | 45,0             |
| Калийные соли смешанные      | -                      | -                             | 35,0             |
| Каинит                       | -                      | -                             | 11,0             |
| Калимагnezия (шенит)         | -                      | -                             | 30,0             |
| Калийно-магниевый концентрат | -                      | -                             | 20,0             |
| Амофос А                     | 11,0                   | 49,0                          | 0,0              |
| Амофос Б                     | 11,0                   | 46,0                          | 0,0              |
| Нитроаммофоска               | 18,5                   | 18,5                          | 18,5             |
| Нитрофоска                   | 11,0                   | 10,6                          | 11,0             |
| Нитрофоска (1:1:1)           | 17,0                   | 17,0                          | 17,0             |
| Нитрофоска (1:1,5:1,5)       | 13,0                   | 19,0                          | 19,0             |
| Диаммофос                    | 18,5                   | 50,5                          | 0,0              |

Во всех районах Поволжья наряду с простыми минеральными удобрениями следует использовать сложные и комплексные – нитроаммофос, нитроаммофоску, аммофос и нитрофос. Обязательным является применение бактериальных удобрений (ризоторфин, нитрагин), способствующих образованию на корнях сои клубеньков с бактериями, которые обеспечивают фиксацию азота из воздуха. Подбор доз внесения минеральных удобрений проводится расчетным методом с использованием результатов агрохимического анализа почвы на основе прогнозного ротационного баланса севооборота, детерминированного в зависимости от гумусированности и уровня эффективного плодородия каждого отдельного поля.

Расчет норм внесения минеральных удобрений осуществляется по разработанной ВолжНИИГиМ программе определения дозы основных элементов питания на планируемый уровень урожайности кормовых культур. По расчетам, на смешанных посевах кормовых культур на почвах со средней степенью обеспеченности элементами

питания для получения урожая биомассы 45 т/га необходимо внести  $N_{45}P_{90}K_{30}$  (6,5 ц стандартных туков).

Фосфорные и калийные удобрения вносят осенью под основную обработку почвы благодаря их хорошей закрепляемости и отсутствию потерь. Азот можно вносить осенью в виде мочевины. Аммиачную селитру, содержащую азот в легкоподвижной форме, целесообразно применять в весенне-летний период под предпосевную обработку почвы или с поливной водой.

Для внесения минеральных удобрений используются разбрасыватели РМГ-4, РУМ-8, ЗА-М-Мах.

В современных экономических условиях не все хозяйства могут применить рекомендованные дозы минеральных удобрений, поэтому в качестве менее затратного варианта рекомендуется использовать сложные минеральные удобрения одновременно с посевом в количестве 15-20 кг д. в. на 1 га. Малые дозы минеральных удобрений положительно влияют на рост и развитие сорго и позволяют получать хорошую прибавку урожая биомассы.

## 1.6. Подготовка семян к посеву

Семена сорго, суданской травы, подсолнечника и сои должны быть подготовлены к посеву и отвечать по посевным качествам установленному стандарту. К посеву допускаются семена первого класса посевного стандарта, в отдельных случаях можно использовать и семена второго класса (ГОСТ Р 52325-2005, ГОСТ 9669-75).

Для поддержания высоких посевных качеств семян их необходимо правильно хранить в осенне-зимний период.

Семена сорго и суданской травы перед посевом следует подсушить и прогреть. Для этого их рассыпают тонким слоем на площадке в солнечную погоду и прогревают в течение четырех-пяти дней. При этом увеличивается энергия роста и на 10-12% повышается всхожесть семян.

Чтобы исключить снижение всхожести семян в период хранения в результате воздействия комплекса патогенной микрофлоры, их заблаговременно протравливают. Для протравливания семян

сои, сорго, суданской травы используют фунгициды-протравители, разрешенные к применению на территории Российской Федерации (табл. 1.4).

Таблица 1.4

**Фунгициды, разрешенные для обработки семян сои перед посевом**

| Название                | Норма расхода, л/га | Вредный объект                                                                                            | Условия применения                                                                                                                      |
|-------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Фундазол, СП (500 г/кг) | 3                   | Аскофитоз, фузариоз, антракноз, серая гниль, плесневение семян                                            | Протравливание семян. Расход – 5-10 л/т с добавлением 0,2 кг нитрогина на гектарную норму семян                                         |
|                         |                     | Септариоз, бактериоз, оливковая пятнистость                                                               | Опрыскивание в период вегетации 0,5%-ным рабочим раствором                                                                              |
| Максим, КС (25 г/л)     | 0,8-1,0             | Плесневение семян, аскохитоз, фузариозная корневая гниль, петиозная корневая гниль, фузариоз, церкоспороз | Протравливание семян перед посевом. Расход рабочей жидкости – 5-10 л/т                                                                  |
|                         | 1,5-2,0             |                                                                                                           | Протравливание семян перед посевом в смеси с Аспроном голд, ВЭ (350 г/л) при норме расхода – 0,5 л/т. Расход рабочей жидкости – 7-8 л/т |
| ТМТД, СП (800 г/кг)     | 6-8                 | Плесневение семян, аскохитоз, фузариоз, бактериоз                                                         | Протравливание семян за 2-15 дней до посева или заблаговременно, расход рабочей жидкости – 5-10 л/т                                     |

Хороший эффект обеззараживания семян обеспечивает обработка пленкообразующими составами совместно с пестицидами. Для этой цели применяют поливиниловый спирт и пленкообразу-

ющие составы на основе водных растворов ПАА. В пленкообразующий состав рекомендуется вводить следующие микроэлементы: бор, кобальт, марганец, медь, молибден и цинк. При достаточном содержании микроэлементов в почве вводить их (кроме молибдена) в пленкообразующий состав не следует.

Пленкообразующие составы на основе водных растворов готовят непосредственно на местах применения. Технология их приготовления включает в себя следующие операции:

- приготовление раствора полимера;
- смешивание раствора полимера с пестицидами;
- приготовление раствора микроэлементов (по необходимости);
- смешивание раствора полимера с пестицидом и микроэлементами.

Для протравливания семян пленкообразующими составами можно использовать машины для протравливания типов ПС-10, АПЗ-10 и «Мобиток Супер».

Приготовление растворов необходимо проводить в баках, оборудованных мешалками или смесителями типа «Премик» (табл. 1.5).

Таблица 1.5

**Машины, применяемые для подготовки семян  
к севу**

| Машины                                                           | Марка машины      |
|------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Протравливатель семян универсальный                              | ПС-10А            |
| Комплект оборудования для протравливания и инкрустирования семян | КПС-10 или КПС-40 |
| Протравливатель семян                                            | ПСШ-5 «Мобитокс»  |

Технология протравливания семян пленкообразующими препаратами аналогична традиционной с увлажнением.

К заблаговременному протравливанию допускаются семена, влажность которых на 0,9-1,1% ниже кондиционной.

## 1.7. Способы, сроки посева, нормы высева

Биологически оптимальные сроки сева наступают при средне-суточной температуре воздуха 15-16°C. Такие условия в Поволжье создаются в первой-второй декаде мая. Семена, обработанные пленкообразующими препаратами, можно высевать при температуре воздуха 10°C или в календарные сроки – третью декаду апреля-первую декаду мая.

Для посева сорго-соевой кормосмеси чередующимися рядами используются пропашные сеялки точного высева: СПК-8, СПБ-8К, СУПП-560. При этом сорго и соя высеваются чередующимися рядами 2:2 или 2:1 с междурядьями 0,45 или 0,70 м. Посев чередующимися рядами проводят на среднезасоренных почвах с последующим проведением междурядных обработок.

При перекрестном посеве соя высевается рядовыми сеялками, а сорго и суданская трава – поперек рядков сои с пропашными междурядьями 0,3 или 0,45 м.

При полосном способе сева используются рядовые, комбинированные и стерновые сеялки, имеющие два семенных ящика и более, – СЗ-3,6, СЗП-3,6, СКР-3,4, СЗРС-2,1. В первый семенной ящик засыпаются семена сои, во второй – смесь сорго, суданской травы и подсолнечника в требуемой пропорции. Ширина междурядий регулируется путем установки заглушек на отверстиях семяпровода.

Для получения зеленой массы, сбалансированной по протеину (содержание в 1 корм. ед. корма не менее 100-105 г переваримого протеина), соотношение сои, сорго и подсолнечника должно быть не менее 2:1:0,1. По результатам исследований оптимальное отношение компонентов перед уборкой составляет (на 1 га): 600 тыс. растений сои, 300 тыс. или 200 тыс. – сорго и суданской травы, 20 тыс. подсолнечника.

При раннем сроке посева многокомпонентной кормосмеси глубина заделки семян должна составлять 3-4 см, при оптимальной – 5-6 см. При использовании современных посевных комплексов «Бурго», «Концепт-200» выравнивание почвы, предпосевная культивация и посев кормовых культур совмещаются.

## 1.8. Уход за посевами

Уход за посевами многокомпонентной кормосмеси заключается в создании оптимального водного режима почвы, борьбе с вредителями и болезнями растений, что достигается поливами и применением пестицидов.

Чтобы уплотнить верхние слои почвы, создать лучшие условия для прорастания семян, получить дружные и равномерные всходы и выровнять поверхность поля, почву после посева прикатывают кольчато-шпоровыми катками (ЗККШ - 6А) в агрегате с сеялкой или самостоятельно не позднее 6-8 ч после посева. Допускается также использование гладких катков (ЗКВГ). На переувлажненных почвах посевы не прикатывают, так как возможны чрезмерное уплотнение и образование почвенной корки.

Прикатывание проводят поперек или под углом к посеву. После прикатывания почва должна быть равномерно уплотнена на глубину 4-6 см, ее плотность должна быть 1,15-1,30 г/см<sup>3</sup>, а величина комков не должна превышать 5 см.

Смешанные посевы сорго с соей по всходам бороновать нельзя, так как сорго не переносит присыпки землей.

Основные компоненты кормосмеси сои и сорго сравнительно мало повреждаются вредителями и болезнями, но в отдельные годы сорго повреждается злаковыми тлями и обитающими в почве вредителями, соя на ранних стадиях развития повреждается очень редко.

Из болезней сорго наибольшее распространение имеют головня, гельминтоспориоз, красный бактериоз и плесневение семян.

Среди сорных растений наибольший ущерб урожаю могут нанести различные виды щирицы, куриное просо, осот розовый, вьюнок полевой и др.

Основной способ борьбы с вредителями и болезнями – протравливание семян. Химические обработки назначаются по сигналу станции защиты растений при массовом развитии многоядных вредителей (луговой мотылек, саранчовые).

## 1.9. Режим орошения

В комплексе агромелиоративных мероприятий по возделыванию многокомпонентной травосмеси в Поволжье режиму орошения принадлежит решающее значение. Поливной режим при создании прочной кормовой базы носит зональный характер и зависит от почвенно-гидрологических и погодных условий, а также способа и техники полива [6].

Сроки проведения поливов многокомпонентной травосмеси при-вязывают к сое как наиболее требовательной к увлажнению культуре. Оптимальные условия увлажнения смешанных посевов кормовых культур создаются при поддержании нижней границы предполивной влажности в пределах 70-75% НВ на тяжелосуглинистых и суглинистых почвах и 65-70% НВ – на почвах легкосуглинистого гранулометрического состава. Водопотребление посевов существенно варьирует по периодам роста и развития растений: от 15-30 в начальный и конечный периоды до 65-75 м<sup>3</sup>/га в середине вегетации.

Осенние влагозарядковые поливы кормосмеси проводить нецелесообразно. Следует проводить только весенние предпосевные поливы в норме не более 250-300 м<sup>3</sup>/га, которые проводятся при сильном дефиците влаги в слое 0-20-30 см при недостатке зимних осадков и ранневесенней засухе. Дифференцированное применение норм полива в период вегетации растений, правильное и строгое их распределение в увязке с погодно-климатическими условиями года являются основными условиями создания в почве благоприятного водного режима [7].

В первый период роста и развития кормосмеси (всходы-ветвление) вегетационные поливы назначают при снижении влажности в 50 см слоя почвы до 70% НВ. Во второй период роста растений (ветвление-цветение) предполивая влажность почвы не должна опускаться ниже 80% НВ в слое 0-80 см. В третий период поливают при 70% от НВ. Поливные нормы в начале и конце вегетации кормосмеси умеренные – 250-300 м<sup>3</sup>/га, в период максимального водопотребления они увеличиваются до 450-500 м<sup>3</sup>/га; оросительные для условий засушливого, умеренного и влажного года составляют 2700-3000, 2300-2700 и 800-1300 м<sup>3</sup>/га соответственно.

Сроки поливов кормосмеси назначают по результатам определения полевой влажности корнеобитаемого слоя с учетом наиболее ответственных (критических) периодов развития, когда растения особенно чувствительны к содержанию влаги в почве. Вегетационные поливы, как правило, приурочиваются к следующим фазам развития сои как наиболее требовательной к увлажнению: ветвление, цветение, плодообразование и налив зерна.

Для определения влажности расчетного слоя почвы наиболее широко применяется термостатно-весовой метод. В практике орошаемого земледелия используются и расчетные методы для назначения сроков и норм поливов. Исследованиями ВолжНИИГиМ наиболее приемлемым для зоны Поволжья признан метод С.М. Алпатьева с зональными биоклиматическими коэффициентами. По данному методу суммарное испарение рассчитывается по формуле

$$E = K_{\phi} \cdot \sum d,$$

где  $E$  – суммарное испарение за расчетный период, мм;

$K_{\phi}$  – пофазовый биоклиматический коэффициент, мм/мб;

$\sum d$  – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха, мб.

Биоклиматические коэффициенты изменяются в зависимости от погодных условий. Поэтому для расчетов в ту или иную фазу развития сои берется то значение  $K_{\phi}$ , которое соответствует показателю среднесуточного дефицита влажности воздуха за расчетный период (табл. 1.6).

Таблица 1.6

**Пофазовые биоклиматические коэффициенты  
суммарного испарения в зависимости  
от складывающихся метеоусловий, мм/мб**

| Период роста<br>и развития сои | Среднесуточный дефицит влажности воздуха, мб |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|----------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                | 6                                            | 8    | 10   | 12   | 14   | 16   | 18   | 20   |
| Посев-всходы                   | 0,36                                         | 0,32 | 0,28 | 0,24 | 0,20 | 0,17 | 0,15 | 0,13 |
| Всходы-ветвление               | 0,38                                         | 0,34 | 0,30 | 0,26 | 0,22 | 0,19 | 0,17 | 0,15 |
| Ветвление-цветение             | 0,48                                         | 0,44 | 0,40 | 0,36 | 0,32 | 0,29 | 0,27 | 0,25 |
| Цветение-<br>образование бобов | 0,60                                         | 0,56 | 0,52 | 0,48 | 0,44 | 0,41 | 0,39 | 0,37 |
| Созревание                     | 0,55                                         | 0,51 | 0,47 | 0,43 | 0,39 | 0,36 | 0,34 | 0,32 |

Предложенный ВолжНИИГиМ усовершенствованный метод расчета режима орошения с зональными биоклиматическими коэффициентами позволяет достаточно точно назначать сроки полива кормосмеси. Величину дефицита влажности воздуха определяют по данным ближайшей метеостанции.

Одним из ключевых показателей оценки эффективности использования мелиорируемых земель при выращивании культур в условиях орошения является оценка территории по степени влагообеспеченности на основании коэффициента увлажнения.

Основным способом полива, применяемым для орошения кормосмеси в Поволжском регионе, является дождевание. Чаще всего для полива используются широкозахватные дождевальные машины кругового действия.

#### **1.10. Уборка урожая и технические условия получения качественного силоса**

К уборке многокомпонентной кормосмеси на силос следует приступать в период восковой спелости зерна сорго, когда кормовая масса содержит наибольшее количество сухих веществ, высокий выход кормовых единиц и оптимальное количество воды (около 70%). Сорго, особенно сахарное, имеет высокое содержание сахаров и хорошо силосуется практически до полной спелости зерна. При уборке сорго в молочно-восковой спелости зерна или раньше, до выметывания, в результате низкого содержания сухих веществ и высокого содержания сахаров в кормовой массе при силосовании происходит бурное брожение с большим образованием кислот, спиртов и других летучих соединений. В этом случае силос получается кислым, плохо поедается животными, наблюдаются большие потери сухого вещества.

Многокомпонентную кормосмесь на силос убирают комбоборочными комбайнами «Дон-680 М», ПН-450, «Дон-170», «Марал-140». Перед уборкой комбайны регулируют на длину резки листостебельной массы 10-30 мм, так как мелкоизмельченный корм лучше силосуется, поедается и усваивается животными.

### ***Силосование зеленой массы многокомпонентной кормосмеси.***

Основными условиями, обеспечивающими получение качественного силоса, являются видовой состав кормосмеси и ее влажность. Необходимы непрерывная и быстрая загрузка силосной массы и ее уплотнение, предотвращающие развитие аэробных процессов. Температура силосной массы не должна превышать 35°C [8].

Согласно техническим условиям, кормовые культуры в кормосмеси должны отвечать определенным требованиям (табл. 1.7).

Таблица 1.7

#### **Характеристика компонентов кормосмеси для приготовления силоса**

| Культура           | Фаза вегетации<br>при уборке<br>на силос | Влаж-<br>ность, % | Фактическое<br>содержание<br>сахара, % | Необходимый<br>минимум<br>сахара, % |
|--------------------|------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| Сорго              | Молочно-восковая<br>спелость зерна       | 75                | 3,13                                   | 0,95                                |
| Суданская<br>трава | Молочная спелость<br>зерна               | 70                | 1,76                                   | 1,64                                |
| Подсолнеч-<br>ник  | Цветение                                 | 75                | 2,96                                   | 2,45                                |
| Соя                | Молочная спелость<br>зерна               | 75                | -                                      | -                                   |

*Источник:* Справочник по кормопроизводству. – М., 1982.

Для предупреждения выделения сока при силосовании высоко-влажного сырья его либо провяливают, либо смешивают с соломой или половой.

Наибольшее распространение в качестве консервантов имеют органические кислоты (муравьиная, уксусная или бензойная) либо вещества, приготовленные на их основе, а также биологические консерванты (табл. 1.8).

Самым распространенным типом силосохранилищ являются наземные траншеи, облицованные бетонными плитами. Высота траншеи должна быть не менее 3,5 м, ширина – в 3-4 раза меньше длины. Для создания благоприятных условий для бактерий толщина слоя ежедневно загружаемой зеленой массы в уплотненном виде долж-

на быть не менее 80 см, а продолжительность загрузки – не более трех-пяти дней. Траншею заполняют на 1,0-1,5 м выше краев, хорошо уплотняют и тщательно укрывают сплошной полиэтиленовой пленкой, заделывая ее у стен траншеи, затем прижимают землей, опилками или соломой.

Таблица 1.8

### Основные консерванты силоса и их использование

| Консерванты                                 | Приготовление<br>рабочего раствора                                                                                                                    | Расход на 1 т<br>массы         |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Химические консерванты                      |                                                                                                                                                       |                                |
| Муравьиная кислота                          | На 4-5 л воды 1 л 85%-й кис-<br>лоты                                                                                                                  | 15-20 л рабо-<br>чего раствора |
| Сорбиновая кислота                          | Вносятся в сухом виде                                                                                                                                 | 2,0-2,5 кг                     |
| Бензойная кислота                           |                                                                                                                                                       | 2,0-3,0 кг                     |
| Бензоат натрия                              |                                                                                                                                                       | 3,0-4,0 кг                     |
| Пиросульфит натрия                          |                                                                                                                                                       | 4,5-5,0 кг                     |
| Пиросульфат аммония                         |                                                                                                                                                       | 10-12 кг                       |
| Биологические консерванты                   |                                                                                                                                                       |                                |
| Биосиб (универсальная<br>силосная закваска) | В состав питательного раство-<br>ра входят ди- и моносахариды,<br>провитамин А (β-каротин),<br>витамины С, Д, Е, К, РР, Р и ряд<br>витаминов группы В |                                |
| Биосил-НН                                   |                                                                                                                                                       | 0,02 л                         |
| Лаксил                                      |                                                                                                                                                       | 0,06 л                         |
| Оптим-Био                                   | На 1 л закваски 100 л воды<br>(вместо воды можно исполь-<br>зовать 3-5%-й раствор патоки<br>или молочную сыворотку)                                   | 4-5 л                          |
| Биотроф-111                                 |                                                                                                                                                       | 0,007 л                        |
| БИО-SIL <sup>a</sup> (Германия)             | 200 г растворяется в 200-400 л<br>воды                                                                                                                | На 100 т си-<br>лосной массы   |

Для получения качественного силоса используют химические консерванты и культуры молочнокислых бактерий, за счет которых обеспечивается успешное течение микробиологических процессов с образованием молочной кислоты и подкислением корма до рН 4,2.

Консерванты вносят опрыскивателями при послойной укладке массы в силосную траншею. Показатели качества силоса приведены в табл. 1.9.

Таблица 1.9

**Показатели качества силоса  
из многокомпонентной кормосмеси**

| Показатели                                            | Норма для классов                        |      |                                                  |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|------|--------------------------------------------------|
|                                                       | 1                                        | 2    | 3                                                |
|                                                       | приятный фруктовый запах квашеных овощей |      | слабый запах меда, свежеспеченного ржаного хлеба |
| Допускается специфический запах консервантов          |                                          |      |                                                  |
| Массовая доля, %:                                     |                                          |      |                                                  |
| сухого вещества (не менее)                            | 20                                       | 18   | 15                                               |
| сырого протеина (не менее)                            | 11-13                                    | 9-11 | 9                                                |
| сырой золы в сухом веществе (не более)                | 11                                       | 13   | 15                                               |
| молочной кислоты в общем количестве кислот (не менее) | 55                                       | 50   | 40                                               |
| масляной кислоты (не более)                           | 0,1                                      |      | 0,2                                              |
| Каротин в сухом веществе, не менее, мг/кг             | 70                                       | 60   | 40                                               |
| РН                                                    | 3,8-4,3                                  |      | 3,7-4,5                                          |

Необходимо правильно вынимать готовый силос, не нарушая плотности и монолитности остающейся в траншее массы. Вынимают порцию на одну раздачу или на сутки слоем не менее 20-30 см, используя погрузчики фрезерного типа ПСК-5. Показатели качества силоса по ГОСТ Р 52812-2007 Смеси кормовые. Технические условия приведены в табл. 1.9.

## **2. СИСТЕМА КОРМОПРОИЗВОДСТВА НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР И КУЛЬТУР-ФИТОМЕЛИОРАНТОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ И ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ**

Кормопроизводство является одной из важных отраслей сельскохозяйственного производства, её значимость определяется не только в обеспечении животноводства кормами, но и в решении многих задач по сохранению и повышению плодородия почв. В настоящее время в связи с негативными тенденциями в развитии молочно-мясного животноводства отмечается устойчивая тенденция к сокращению посевных площадей кормовых культур и объемов заготовки растительных кормов по сравнению с зерновыми культурами, валовые сборы которых имеют тенденцию к росту. По данным Федеральной службы государственной статистики, посевы кормовых культур в 2002-2021 гг. в среднем за год сокращались примерно на 1,3 млн га, а заготовки объемистых кормов – на 0,8 млн т корм. ед.

Система кормопроизводства каждого хозяйствующего субъекта агропромышленного комплекса должна развиваться с учетом особенностей производства в сельском хозяйстве, имеющихся ресурсов и достижений научно-технического прогресса [9, 10]. В условиях сухостепной зоны Поволжья увеличения кормопроизводства возможно добиться только путем развития орошаемого земледелия. Практический опыт и научные исследования доказывают, что использование одновидовых посевов не может обеспечить животных достаточным количеством питательных веществ.

Эффективное возделывание смешанных посевов зависит от множества факторов и условий: подбора компонентов кормосмесей, их соотношения, сроков и способов посева, применения удобрений и влагообеспечения [11].

Резервом в повышении продуктивности кормовых посевов является использование нетрадиционных кормовых культур, таких

как амарант, козлятник и гречиха. Возделывание фитомелиорантов совместно с традиционными кормовыми культурами обеспечивает получение высоких урожаев зеленой массы, а увеличение бобового компонента в кормосмеси определяет количество белка.

Перспективным методом обогащения кормов белком является выращивание кормосмесей, состоящих из четырех (соя, суданская трава, сорго и подсолнечник) и пяти (соя, суданская трава, сорго, подсолнечник и вика) компонентов, в состав которых входят бобовые культуры, обеспечивающие сбалансированность по белку.

Многокомпонентные кормосмеси с бобовыми культурами и фитомелиорантами являются прекрасными предшественниками для последующих культур севооборота. Они восстанавливают структуру почвы и способствуют воспроизводству плодородия орошаемых агроценозов.

В условиях сухостепной зоны разработан и обоснован новый подход к формированию стабильной системы кормопроизводства на орошении. Разработанная система кормопроизводства опирается на рациональное ведение севооборотов с включением в них нетрадиционных кормовых культур, а также культур-фитомелиорантов, способствующих сохранению плодородия почв и восстановлению деградированных земель.

## **2.1. Многокомпонентные кормосмеси в системе орошаемых севооборотов**

Севооборот является составной частью системы кормопроизводства и находится со всеми её звеньями в тесной взаимосвязи, оказывает широкое и разнообразное действие на условия произрастания культур: обеспеченность растений питательными веществами, физические свойства почвы, засорённость посевов, поражение растений болезнями и вредителями. Ежегодное чередование культур с разными биологическими свойствами повышает роль севооборота в предупреждении накопления вредных факторов, а вместе с агроприемами поддерживает и повышает эффективность плодородия угодий [12, 13].

Севооборот является регулятором поступления в почву растительных остатков, их разложения и образования гумусовых веществ, определяет ёмкость и интенсивность малого биологического круговорота веществ. На орошаемых землях наиболее эффективным и легко внедряемым является севооборот четырехпольный с чередованием культур озимой пшеницы, сои, амаранта и злаково-бобовой кормосмеси, что способствует лучшему использованию орошаемой пашни. Главное в севооборотах – строгое чередование бедных азотом (зерновых) культур с биомассой, обогащенной азотом (бобовые, свекла, кукуруза и др.). Недопустимо длительное последовательное возделывание культур с однотипной корневой системой. В севообороте целесообразно иметь культуры, относящиеся к различным семействам (бобово-злаковые, бобово-крестоцветные и др.) (рис. 2.1).



*Рис. 2.1. Злаково-бобовая кормосмесь  
(соя, сорго, суданская трава, подсолнечник, вика)  
в системе орошаемого севооборота*

Изменение структуры севооборота должно осуществляться на основе замены родственными группами культур. Севообороты с включением в ротацию кормосмеси повышают плодородие почв и экономическую эффективность капитальных вложений. Четырехпольные севообороты на орошаемых землях обеспечивают производительное использование водных, трудовых и технических ресурсов, способствуют повышению плодородия почв и восстановлению деградированных земель.

## **2.2. Фитомелиоранты в формировании структуры почвы**

В последние годы всё большее распространение получают биологические мелиорации и их разновидность – фитомелиорация, т.е. коренное улучшение земель с помощью растений. Фитомелиоранты – соле- и солонцеустойчивые сельскохозяйственные культуры, обладающие кормовыми достоинствами, которые наряду с высокой урожайностью имеют повышенную средообразующую и средовосстанавливающую способность. Органическое вещество, поставляемое ими, улучшает водно-физические и агрохимические свойства, а также биологическую активность почвы, что позволяет вовлечь земли в сельскохозяйственный оборот. При посеве фитомелиорантов кроме рассоляющего эффекта достигается и повышение плодородия почвы за счёт органического вещества корневых остатков этих растений и азотфиксации из атмосферы бобовыми фитомелиорантами [14].

Введение в севообороты и в компоненты кормосмесей культур-фитомелиорантов (соя, амарант, гречиха и козлятник) приводит к улучшению агрофизических и агрохимических показателей почвы на орошаемых землях и увеличивает урожайность последующей культуры. Выявлена тенденция изменения водопроницаемости почвы в зависимости от возделываемых культур в севообороте. Ежегодная вспашка и междурядные обработки пропашных культур в течение вегетации способствуют увеличению водопроницаемости, а возделывание многолетних трав, наоборот, способствует уплотнению.

Важны средообразующая, экологическая и санитарно-гигиеническая роли однолетних кормовых культур многокомпонентной кормосмеси, особенно бобовых, которые являются наилучшими предшественниками для большинства культур. Они способствуют росту плодородия почвы, увеличивают содержание гумуса, обеспечивают поступление органических остатков и корневых выделений, повышая ее микробиологическую активность [15].

Кормосмесь злаковых и бобовых культур в пропорции 1:1 представлена на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Двухкомпонентная кормосмесь  
(вика яровая и суданская трава)

**Оптимальный пищевой режим почвы.** Оптимальное содержание элементов питания в почве для поддержания продуктивности угодий должно находиться в следующих пределах: азот – 45 мг/кг, фосфор – 70, калий – 25 мг/кг почвы. Проблема азота является важнейшей в земледелии. Содержание доступного азота в почве сухостепной зоны Поволжья недостаточное, а подвижного

фосфора в почвах Левобережья достаточное, поэтому они относятся к группе богатых. На долю активных фосфатов приходится до 5,5 мг на 100 г почвы. Запасы калия большие и достигают до 37 мг на 100 г почвы.

Диагностируя содержание NPK, можно без внесения удобрений в течение определённого времени возделывать и получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур, чередуя бедные азотом зерновые культуры с обогащенными азотом бобовыми культурами. Это достигается севооборотом с выбором лучшего предшественника и подбором компонентов кормосмеси, что позволяет создавать благоприятный для растений кормовых культур пищевой режим и обеспечивает экономию минеральных удобрений.

**Режим орошения.** Продуктивность как фитомелиорантов, так и многокомпонентной кормосмеси в севообороте зависит от постоянного и достаточного количества влаги в почве. Избыток влаги отрицательно сказывается на развитии растений и жизнедеятельности анаэробных микроорганизмов, поскольку ухудшает воздушный режим почвы.

В посевах многокомпонентных кормосмесей основной урожаеобразующей культурой является сорго, а белковым донором – соя. Поэтому при разработке режима орошения эти культуры должны находиться в наиболее благоприятных условиях. Оптимальный режим орошения у многокомпонентной кормосмеси строится под влагообеспеченность сои как одной из влаголюбивых культур и находится в параметрах 70-80-70% от НВ. Режим орошения на посевах многокомпонентной кормосмеси должен обеспечить не только получение высоких урожаев, но и сохранить благоприятное мелиоративное состояние агроландшафта. Применение ресурсосберегающей технологии с дифференцированием режима орошения приводит к подаче на орошаемое поле в срок назначенных норм поливов, что улучшает эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель. Применение биомелиоративных органических удобрений способствует накоплению гумуса, что снижает расход воды на создание единицы растениеводческой продукции и приводит к повышению коэффициентов водопотребления и эффективности использования оросительной воды [16].

Показатели по эффективности использования оросительной воды свидетельствуют о продуктивном её расходовании на посевах как четырех-, так и пятикомпонентной кормосмеси в объеме 58,4 и 57,6 м³/га соответственно. Коэффициенты водопотребления многокомпонентными кормосмесями приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

**Коэффициенты водопотребления  
и эффективности использования оросительной воды  
на посевах кормосмесей**

| Кормосмесь               | Урожайность,<br>т/га | Суммарное<br>испарение, м³/га | Оросительная<br>норма, м³/га | Коэффициенты, м³/т   |                                       |
|--------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
|                          |                      |                               |                              | водопо-<br>требления | использования<br>оросительной<br>воды |
| Четырех-<br>компонентная | 44,0                 | 3278                          | 1450                         | 58,4                 | 25,9                                  |
| Пятикомпонент-<br>ная    | 52,93                |                               |                              | 57,6                 | 25,2                                  |

Применение дифференцированного по фазам роста и развития кормовых культур орошения обеспечило получение планируемого урожая зеленой массы с меньшими затратами воды на создание единицы продукции.

### 2.3. Активизация процессов воспроизводства плодородия орошаемых агроценозов

В севообороте, помимо многокомпонентных кормосмесей, для восстановления деградированных почв, необходимо включать фитомелиорант–многолетник – *козлятник восточный*, который произрастает без пересева 20 лет, обеспечивая ежегодную урожайность зеленой массы 55-65 т/га при минимальных затратах. Козлятник является своеобразным средством перевода фосфора, калия, кальция и других органогенных элементов из геологического цикла в

биогеохимический круговорот, способствуя ускорению круговорота веществ в природе, интенсификации продукционного процесса в агроэкосистемах и превращая недоступные питательные минеральные вещества в усвояемые сельскохозяйственными культурами [17, 18].

Многолетние травы уникальны в отношении экономии энергии, при их возделывании резко сокращаются затраты на обработку, так как она проводится один раз в три года и на меньшую глубину, что позволяет восстановить структуру почвы и ее подпахотных горизонтов. Благодаря образованию дернины повышается устойчивость почвы к вертикальным нагрузкам, под многолетними травами почва отдыхает, ее подпахотный горизонт разуплотняется, приобретая равновесную естественную плотность [19].

Многолетние травы, особенно бобовые, являются фитомелиорантами техногенных почвогрунтов и засоленных почв. Некоторые виды трав, например *тимopheевка луговая*, способны уменьшать кислотность почвы. Такие виды, как *пырей удлинённый* и *кострец солончаковый* выдерживают очень сильное засоление, а также длительное затопление солеными водами. Более того, *пырей удлинённый* является эффективным рассолителем засоленных почв.

Сильным мелиорирующим свойством на засоленных почвах обладают *люцерна*, *донник* и *эспарцет*. Хорошо на этих почвах произрастает *бескильница расставленная*, что делает ее перспективной для введения в культуру. Эти фитомелиоранты служат эффективным средством не только для рекультивации земель, но и для стабилизации агроландшафтов и гидрологического режима местности [20].

Почвозащитная и экологическая эффективность фитомелиорантов тем больше, чем выше их урожайность и густота травостоя, которые определяются агротехникой возделывания. Немаловажное значение в севооборотах играют и другие кормовые культуры:

- пропашные, способствующие очищению полей от сорняков; после их возделывания облегчается подготовка почвы под последующие культуры (яровые зерновые и т.д.);

- промежуточные – помогают лучше использовать солнечную энергию, очищают почву от нитратов и обогащают ее гумусом.

Следует также отметить, что благодаря возделыванию культур-фитомелиорантов уменьшается поступление в организм человека вредных загрязнителей и этому способствуют мероприятия, увеличивающие продуктивность данных культур [21].

К положительным последствиям действия кормовых культур на плодородие почв следует отнести поступление в почву свежего органического вещества в виде биомассы пожнивных остатков и их минерализацию.

Совершенствование структуры посевов кормовых культур означает правильный видовой и сортовой подбор их в соответствии с конкретными почвенно-климатическими условиями, замену малоурожайных культур более урожайными. При улучшении структуры посевов и применении научно обоснованной агротехники повышается урожайность зерновых и зерновых бобовых культур с единицы площади в 1,8 раза, силосных культур – в 2,5-3,0, многолетних и однолетних трав – в 2,0-2,7 раза.

Энергия, накопленная в посевах кормовых культур, используется для воспроизводства плодородия земель, на которых возделывают культуры с большой долей отчуждения продукции. Сократить потери гумуса наряду с внесением органических удобрений можно и такими мерами, как внедрение почвозащитной системы земледелия, оптимизация структуры посевных площадей, система обработки почвы, введение промежуточных посевов на зеленое удобрение и значительное повышение их урожайности. Так, совершенствованием системы обработки почвы можно сократить потери гумуса до 100 кг с 1 га. Решение проблем высева трудносыпучих семян трав-фитомелиорантов на участках, имеющих сложный рельеф, с помощью специальных сеялок расширяет площади возделывания кормосмесей [22].

Для улучшения мелиоративной обстановки и повышения плодородия почвы в качестве фитомелиорантов рекомендуем высевать *сорго, суданскую траву, донник, ячмень, подсолнечник, люцерну, амарант, топинамбур, козлятник и солодку*. Монокультура и бесменные посевы способствуют одностороннему истощению почвы. Также в условиях севооборотов, если в них чередуются только однолетние растения, происходит ухудшение физических свойств почвы и обеднение ее гумусом [22, 23].

Особое место среди фитомелиорантов занимают дающие отаву однолетние культуры (*вика, суданская трава и соя*), у которых корневая система остается живой и деятельной после скашивания надземной массы. Под ними происходят значительное повышение водопрочности агрегатов и повышение содержания органического вещества [23].

Однолетние зерновые культуры длительное время сохраняют почву в стабильном состоянии, способны заглушать сорняки, оставляют много пожнивных и корневых остатков, хорошо влияют на плодородие почвы вследствие равномерного распределения корневой системы и более плотного сложения травостоя. Среди кормовых культур наиболее приспособлены к засоленным и осолонцеватым почвам *донник, сорго, суданская трава, люцерна, житняк и волоснец*. Фитомелиорация не только обеспечивает рассоление природно-засоленных почв, но и предупреждает вторичное засоление, зависимость травостоев от заболоченности почв и инверсионных процессов [24].

При дренаже, промывке и промывном режиме орошения соли только перераспределяются, но не выносятся из биологического круговорота, а при использовании фитомелиоративного эффекта растений задействуется их природный потенциал. При этом с урожаем надземной биомассы происходит вынос соли, а оставшаяся корневая система является главным фактором почвообразования. Данный подход позволяет улучшать плодородие почв при минимальных затратах [25].

#### **2.4. Многокомпонентная кормосмесь – фитомелиорант в системе кормопроизводства**

Возделывание многокомпонентной кормосмеси, обладающей фитомелиоративными свойствами, позволяет улучшить и стабилизировать плодородие почв. Введение в севооборот только одного поля кормосмеси уже приводит к стабилизации плодородия и восстанавливает плодородный баланс почв для последующей культуры.

На основе многолетних исследований лучшими предшественниками кормосмесей являются озимые культуры. Подготовка почвы

при возделывании однолетних кормосмесей включает в себя основную и предпосевную обработки почвы.

Лущение стерни проводится на глубину 6-8 см. На полях, засоренных корнеотпрысковыми сорняками, проводится дополнительное лемешное или дисковое лущение на глубину 8-10 см не позднее чем за 15 дней до проведения вспашки [23, 26].

Отвальную вспашку с предплужником проводят на глубину пахотного слоя 25-27 см, что обеспечивает полную заделку пожнивных остатков.

Культивация проводится поперек или под углом к направлению вспашки. Все сорные растения должны быть срезаны. Предпосевная культивация – непосредственно перед посевом.

Определение доз внесения минеральных удобрений проводится расчетным методом с использованием результатов агрохимического анализа почвы на основе прогнозного ротационного баланса и уровня эффективного плодородия пашни на планируемый уровень урожайности многокомпонентной кормосмеси.

Биологически оптимальные сроки сева многокомпонентной травосмеси наступают при среднесуточной температуре воздуха 15°C. Такие условия создаются в Поволжье в первой-второй декадах мая.

Полосной посев многокомпонентной кормосмеси упрощает технику сева, исключает уход и способствует увеличению протеина в зеленой массе. При таком способе сева используются рядовые, комбинированные и стерневые сеялки. Ширина междурядий регулируется путем установки заглушек на отверстиях семяпровода. При раннем сроке сева многокомпонентной кормосмеси глубина заделки семян должна составлять 3-4 см.

Химические обработки посевов назначаются по сигналу станции защиты растений при массовом развитии многоядных вредителей (луговой мотылек, саранчовые).

Оптимальные условия увлажнения посевов многокомпонентной кормосмеси создаются при поддержании нижней границы предполивной влажности 70% НВ. Водопотребление посевов существенно варьирует по периодам роста и развития растений: от 150-300 м<sup>3</sup>/га в начальный и конечный периоды вегетации и до 450-

500 м<sup>3</sup>/га в середине. Осенние влагозарядковые поливы на посевах кормосмеси проводить нецелесообразно.

Количество растений вики в зеленой массе четырехкомпонентной кормосмеси, сбалансированной по белку, должно быть в 2 раза больше, чем сорго, а в пятикомпонентной – соя, вика и сорго должны находиться в пропорции 1:1:1, суданская трава и подсолнечник – в пропорции 0,3:0,5 соответственно.

К уборке многокомпонентной кормосмеси на силос следует приступать в период восковой спелости зерна сорго, когда кормовая масса содержит наибольшее количество сухих веществ, высокий выход кормовых единиц и оптимальную влажность надземной массы. Убирают кормоуборочными комбайнами «Дон-680 М», «Дон-680», ПН-450, «Дон-170», «Марал-140». Урожай зеленой массы варьирует в зависимости от густоты травостоя, способа размещения и видового состава кормосмеси, нередко достигая 55 т/га. Следует отметить, что за счет отавы обеспечивается дополнительный сбор продукции до 7 т зеленой массы с 1 га.

## **2.5. Экономическая эффективность возделывания кормосмесей в орошаемых севооборотах**

Компоненты кормовых угодий должны отличаться по показателям урожайности. Пастбищные должны давать по пять-шесть отав и быть устойчивыми к пастьбе, сенокосы – два-три укоса и быть стабилизированными по основным питательным веществам. При определении экономической эффективности возделывания многокомпонентных кормосмесей учитывались следующие показатели: затраты на 1 га площади, себестоимость продукции, урожайность кормосмеси, стоимость валовой продукции и чистый доход с 1 га [27].

Из-за отсутствия реализационной цены на зеленую массу многокомпонентной травосмеси при расчете экономической эффективности использовалась фактически сложившаяся цена кормовой единицы, т.е. урожайность зеленой массы переведена в кормовые единицы, а стоимость валовой продукции рассчитана по цене – 2 руб. за 1 корм. ед.

Наиболее целесообразной в экономическом отношении является пятикомпонентная кормосмесь по сравнению с четырехкомпонентной – получена наибольшая прибавка урожая (8,9 т/га).

Таким образом, наиболее экономически выгодным является производство кормосмеси – соя, сорго, суданская трава, подсолнечник и вика.

## **2.6. Введение нетрадиционных кормовых культур в систему кормопроизводства**

В систему кормопроизводства на орошаемых землях необходимо вводить и нетрадиционные кормовые культуры для восстановления и поддержания плодородия деградированных почв. Двух-, трех- и четырехкомпонентные кормосмеси, состоящие из сорго, суданки, кукурузы, подсолнечника и сои, обеспечивают получение сбалансированных по белку кормосмесей, которые могут использоваться в виде зеленого корма или закладываться на силос. При использовании нетрадиционных кормовых культур происходит экологически чистый процесс восстановления плодородия угодий, базирующийся на единстве принципов эффективности ресурсосбережения и экологической безопасности. Для формирования высокопродуктивных агроценозов кормовых трав выбирают компоненты кормосмесей из наиболее перспективных сортов фитомелиорантов [27].

Частое действие почвообрабатывающих орудий способствует снижению содержания микроагрегатов в пахотном слое почвы. Обработка междурядий способствует распылению структуры верхних слоев почвы, созданию аэробных условий, улучшающих разложение гумусовых веществ. Большее значение в фитомелиорации имеют однолетние травы, дающие отаву, у которых корневая система остается живой и деятельной после скашивания надземной массы (вика, суданская трава, гречиха, амаранты, соя) (рис. 2.3). Под ними происходит значительное повышение водопрочности агрегатов и повышение содержания органического вещества.

В результате многолетних исследований ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» для восстановления плодородия орошаемых земель были предложены такие сельскохозяйственные культуры, как амарант, гречиха, соя с введением их в многокомпонентные кормосмеси и создание агрофитоценозов козлятника с многолетним использованием.

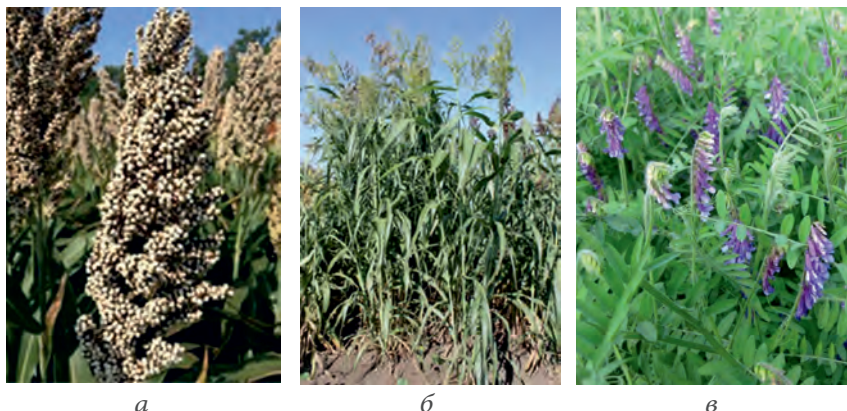


Рис. 2.3. Нетрадиционные фитомелиоративные культуры:  
а – амарант; б – суданская трава; в – вика полевая

**Козлятник восточный.** (Галега восточная – *Galega orientalis* Lam.) – многолетнее травянистое растение высотой до 2 м. Корневая система мощная, с большим количеством клубеньков (от 142 до 270 шт. на одно растение). Стебель ветвистый, матово-зеленый, прямостоячий, полый. Листья непарноперистые, темно-зеленые, длиной 14-26 см, состоят из 9-15 яйцевидных листочков. Соцветие – кисть длиной 20-30 см с 25-75 крупными синими цветками (рис. 2.4). Плод – саблеобразный боб с тремя-семью крупными почкообразными семенами желтовато-зеленоватого или оливкового цвета.

Это зимостойкая, светолюбивая, довольно засухоустойчивая культура, хорошее сенокосное и пастбищное растение, дающее по 2-3 укоса за год. Средний урожай сена составляет 3,0-6,0, максимальный – 12,8, урожай семян – до 0,52 т/га. Козлятник быстро отрастает весной, используется в качестве раннего зеленого корма и как высокобелковое сырье для раннего силосования. Содержание

вредного для животных алколоида невелико: в семенах – 0,12-0,17%, в сене – только следы. Растет на одном месте до 20 лет, не нуждаясь в азотных удобрениях, благодаря чему экономятся средства на его возделывание. Корм, в основе которого содержится козлятник, не содержит нитратов [28-34].



*Рис. 2.4. Козлятник восточный в фазу цветения*

Требователен к свету, особенно в начале роста, не переносит затенения, при недостатке света большинство молодых растений гибнет через 40-50 дней после появления всходов, чувствителен к засоренности, для прорастания требуется температура не менее 5-6°C, оптимальная температура – в пределах 10-12°C. Несмотря на южное происхождение, козлятник восточный отличается сравнительно высокой холодостойкостью. Растения переносят суровые и бесснежные зимы с морозами до -25°C, а при достаточном снежном покрове – до -40°C.

На формирование первого укоса козлятника весенняя засуха влияет значительно меньше, чем у других бобовых луговых растений, поскольку он более продуктивно использует осенние и зимние водные запасы почвы и осадки, но урожай отавы при недостатке

влаги бывает низким. Козлятник не выносит избыточного увлажнения. При длительном затоплении наблюдаются большие выпадения растений, а при 30-дневном пребывании под водой происходит полная гибель посевов. Более чувствительны к недостатку влаги растения первого года жизни, особенно в период всходов и послевсходного развития, когда формируется корневая система.

На тяжелых почвах с близким залеганием грунтовых вод козлятник растет и развивается медленно [28-34].

В настоящее время районировано восемь сортов козлятника восточного: ВНИИК-1 (сорт ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса), Гале, Горноалтайский 87, Кривич, Магистр, Надежда, Тюменский, Ялгинский. Районированные сорта не привязаны к конкретным регионам Государственного реестра селекционных достижений Российской Федерации, а допущены к использованию во всех зонах возделывания.

**Амарант.** Амарант относится к семейству амарантовых, или щирицевых (*Amaranthaceae*), подсемейству амарантовых (*Amaranthoidae*), роду амарант (*Amaranthus*) (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Амарант в производственных посевах

Однолетнее, реже многолетнее растение с голым, иногда опушенным ветвистым стеблем. Стебли мясистые, высотой от нескольких десятков сантиметров до 2 м и более. Корень стержневой, листья очередные или супротивные, цельные, без прилистников, большие, овальные, кверху заострённые. Пазушные цветки расположены пучками, верхушечные – собраны в густые колосовидные соцветия – метёлки, дающие семена. Цветки мелкие, обычно актиноморфные, безлепестные, обоеполые, реже однополые, однодомные или двудомные, с чашечкой из пяти или из одного-четырёх обычно сухих и плёнчатых чашелистников или совсем без них. Плод – орех. Семена линзовидные, округлые, гладкие, мелкие, в прочной оболочке.

По своему биохимическому составу амарант относится к исключительно ценным растениям – из него получают высококачественные зелёные корма и силос. В зелёной массе растения, в зависимости от фазы развития, содержится 15,6-16,75% сырого протеина, 2,4-2,8 – жира, 16,0-21,7 – клетчатки, 2,1-2,6 – кальция, 0,2-0,21% – фосфора и до 200 мг/кг каротина. По аминокислотной сбалансированности белок листьев амаранта превосходит все другие кормовые культуры и является одним из самых полезных для животных. Биохимические анализы показывают, что культура богата не только высокоценным белком, но и другими биологически активными соединениями: витаминами, в первую очередь каротином и витамином С, рутином, рибофлавином, фолиевой и другими кислотами, фитогормонами и минеральными веществами. Амарант как хорошую кормовую культуру характеризуют следующие параметры: невысокое содержание клетчатки (16-20%) и водорастворимых сахаров (6,4-7,2%), большое количество пектина (от 9,5 до 11,3%). Надземная масса – листья и стебли содержит 18% белка. Культура очень засухоустойчивая, потребность в воде в 2-2,5 раза меньше, чем у бобовых и злаковых.

Все виды амаранта в течение сезона вегетации выносят из почвы микро- и макроэлементы. Амарант высевают на одно место только через четыре года. Оптимальная для прорастания семян температура почвы составляет до 8-10°C, температура воздуха – 10-12°C, а для быстрого роста и хорошего развития растений – 20-25°C. Растение средне-холодостойкое, выдерживает небольшие весенние и осенние заморозки – до -3°C. Продолжительность вегетационного периода

зернового амаранта зависит от сорта и в среднем составляет 100-125 дней.

Сумма активных температур, необходимых для вызревания семян, – 2000-2250°C. Семена в соцветии созревают неодновременно, с нижней его части к верхушке. Уборку зернового амаранта целесообразно начинать в начале сентября при созревании в соцветии не менее 80% семян. При выращивании амаранта на зелёный корм и силос сумма активных температур за вегетационный период должна составлять не менее 1000°C.

Амарант – влаголюбивое растение и в то же время чрезвычайно засухоустойчивое. В засушливый период происходит полная остановка роста, растение находится в состоянии, близком к анабиозу, но при наступлении благоприятных условий легко восстанавливается. Эта особенность подчеркивает перспективность введения амаранта в севообороты в сухостепной зоне Поволжья, так как он расходует воду очень экономно – в 2-2,5 раза меньше, чем злаки или бобовые.

Высокая продуктивность амаранта обуславливает его повышенную требовательность к минеральным удобрениям. Наиболее ценная часть корма – листья. Растение обладает большой площадью листовой поверхности и объемной биомассой.

На территории России наиболее распространены 16 видов, включенных в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации и рекомендованных к возделыванию. Сорта общего назначения: Каракула, Кизлярец, Кинельский-254, Полет, Чергинский и Янтарь; овощные сорта: Ангелина, Булава, Валентина, Дюймовочка, Зелёная сосулька, Крепыш, Памяти Коваса и Султан; перспективные сорта: Воронежский и Гигант (обладает большой биомассой и с успехом может выращиваться также на корм).

**Гречиха.** Гречиха относится к семейству гречишные (*Polygonaceae*), роду *Fagopyrum*. Стебель достигает 50-100 см в высоту, ветвящийся. Корневая система стержневая, выделяющая органические кислоты, способствующие усвоению труднодоступных веществ. Листья семядольные, черешковые, сидячие. Цветки диморфные, разнотипные, соцветие – кисть. Плод – трехгранный орешек. Масса 1000 плодов – 18-32 г. Фитомелиоративная культура гречиха представлена в кормосмеси с суданской травой на рис. 2.6.



*Рис. 2.6. Кормосмесь: гречиха в фазе цветения  
и суданская трава*

Это ценная и важная продовольственная и кормовая культура. Зерно гречихи богато легкоусвояемыми белками, жирами, минеральными веществами – железом, кальцием, калием, фосфором, йодом, цинком, фтором, кобальтом и витаминами. Белки гречихи по питательным свойствам близки к белкам зернобобовых культур. Они отличаются большим содержанием незаменимых аминокислот. Для белков гречневой крупы характерна хорошая растворимость. Определённое значение имеет гречиха для животноводства как компонент кормосмеси, может расти на малопродуктивных почвах. Обработку почвы под гречиху проводят осенью и весной. В засушливых районах Поволжья, где почвы подвергаются водной и ветровой эрозии, применяется плоскорезная обработка с оставлением стерни на поверхности поля. Она способствует большему накоплению снега, уменьшает испарение влаги, сток воды и смыв почвы. Первый приём весенней обработки – раннее боронование зяби (БЗТС-1,0). Для ускоренного прорастания семян и выравнивания поверхности поля прикатывают катками ЗКШ-6 или ЗКН-2,8.

Сеять гречиху надо крупными семенами, протравленными препаратом ТМТД, в достаточно прогретую до 10-12°C почву. Сроки посева – со второй декады мая. Лучшим способом посева является рядовой с междурядьем 0,15 м. Глубина заделки семян – 5-7 см, но не более 8 см. Борьба с болезнями и вредителями проводится по мере необходимости, наиболее эффективно сочетание агротехнических и химических методов.

Уборку гречихи проводят в сжатые сроки (в течение четырех-пяти дней) прямым комбайнированием при созревании 75-80% плодов. Оптимальную высоту среза 15-20 см проводят навесными ЖВН-6А и ЖНС-6-12 и прицепными ЖРС-4,9А, ЖВС-6 жатками.

Гречиха отличается быстрым ростом, обогащает почву органическим веществом, фосфором и калием, хорошо усваивает органические фосфаты. Является лучшим сидератом и рекомендуется к выращиванию на бедных, тяжелых и кислых почвах. Мощная корневая система отлично разрыхляет и структурирует почву. Отмирая и разлагаясь, корни оставляют в почве ходы, по которым проходят воздух и вода на глубину до 35 см. Корни гречихи играют главную роль при сидерации: выделяемые ими кислоты (лимонная, щавелевая и муравьиная) делают более доступными для большинства растений труднорастворимые фосфорные соединения. После перегнивания корневые и растительные остатки обогащают землю калием, азотом и доступным фосфором.

Гречиха, посеянная как сидерат, оздоравливает почву, улучшает ее микрофлору. Выполняет роль фитосанитара, избавляя почву от патогенных микроорганизмов, вызывающих болезни злаковых культур, в том числе корневые гнили. Быстро разрастаясь, корневая система гречихи подавляет рост сорных трав. Она не иссушает землю, хорошо затеняет ее разветвленными побегами, делает рыхлой и плодородной.

Для воспроизводства плодородия, улучшения агрофизических и агрохимических свойств почвы, увеличения содержания гумуса необходимо вводить в звенья севооборота в качестве фитомелиорантов сельскохозяйственные культуры – сою, гречиху, амарант, суданскую траву и многокомпонентные кормосмеси, в составе которых бобовые культуры.

Суданская трава может использоваться в зелёном конвейере для производства силоса и сенажа (даёт два укоса до 35,9 т/га зелёной массы), а гречиха и соя – как страховые пожнивные и поукосные культуры.

В системе фитомелиоративных мероприятий наиболее благоприятное воздействие на пахотный горизонт оказывают гречиха и козлятник восточный. Установлено, что по содержанию азота (45 мг/кг), фосфора (70 мг/кг) и калия (37 мг/кг), а также по гумусу (3%) складываются благоприятные почвы, если в системе севооборота при введении в него пятикомпонентной кормосмеси основными являются бобовые культуры.

Разработанная система кормопроизводства на орошении с использованием нетрадиционных кормовых культур, многокомпонентных кормосмесей, а также культур-фитомелиорантов позволяет предотвратить деградацию почв, проводить рассоление и сохранять плодородие возделываемых угодий.

---

### **3. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СБАЛАНСИРОВАННЫХ КОРМОВ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ АГРОЦЕНОЗА БОБОВО- ЗЛАКОВЫХ ТРАВ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

Увеличение производства кормов, улучшение их качества и энергонасыщенности является одной из важнейших проблем сельского хозяйства.

Возделывание долгосрочных травосмесей, в состав которых входят многолетние бобовые и злаковые культуры, способствует получению высоких стабильных урожаев сена и зеленой массы по годам и укосам, в среднем на 14,4% превышая продуктивность чистых посевов, и повышению питательной ценности кормов.

Преимущество смешанных посевов заключается в том, что травосмеси лучше используют влагу, питательные вещества почвы и солнечную энергию благодаря различному строению куста и корневой системы злаковых и бобовых трав [35].

Достоинствами бобово-злакового агроценоза являются [36]:

- продуктивное долголетие (до 10 лет и более);
- высокая урожайность (до 10 т/га сухой массы за сезон);
- повышенная питательная ценность (ОЭ 9,5-10,5 МДж/кг сухого вещества, 180-200 г переваримого протеина на 1 корм. ед.);
- раннее формирование первого укоса (конец мая-начало июня);
- способность к интенсивной азотфиксации (до 22 кг/га биологического азота);
- почвозащитная и фитосанитарная роль;
- пригодность для приготовления кормов по различным технологиям;
- хорошая поедаемость и переваримость.

Таким образом, для успешного ведения и интенсификации животноводства целесообразно расширение посевов многокомпонентных кормосмесей, в частности с козлятником восточным [34, 37].

### 3.1. Кормовые культуры для создания бобово-злакового агроценоза

Включение *козлятника восточного* в состав бобово-злакового агроценоза является важным резервом интенсификации кормопроизводства. По сравнению с другими многолетними бобовыми культурами, входящими в кормосмеси, козлятник отличается долговечностью (травостой используют 8 лет и более), способностью обеспечивать получение корма ранней весной и в течение всего периода вегетации.

Корм, приготовленный из многокомпонентной кормосмеси с козлятником восточным, обладает высокой питательной ценностью: на 100 кг зеленой массы приходится 20-22 корм. ед., обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином – 125-216 г.

Будучи бобовым растением, козлятник восточный способен связывать атмосферный азот посредством клубеньковых бактерий, имея хорошо развитую корневую систему, накапливать значительное количество органического вещества и улучшать аэрацию почвы. Бобово-злаковый агроценоз служит лучшим предшественником последующих культур. Посевы бобово-злаковой смеси в пропорции 50% злаковых сельскохозяйственных культур (костер безостый) и 50% козлятника восточного представлены на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Посевы бобово-злаковой смеси с козлятником восточным

Козлятник имеет огромную энергию побегообразования. Его травостой можно использовать до конца осени. Наряду с большим количеством протеина содержит углеводы и микроэлементы, что позволяет сохранять высокую кормовую ценность в течение всего вегетационного периода.

Козлятник очень хорошо переносит пониженные температуры, способен выживать при  $-25^{\circ}\text{C}$  и в дальнейшем хорошо развиваться. При посеве скарифицированных семян всходы появляются через 8-15 дней, в течение первых 35-50 дней развитие идет медленно. Во второй и последующие годы жизни весеннее отрастание начинается в конце апреля-первых числах мая. На второй и последующие годы жизни козлятник обладает высокой энергией роста. Растение многоукосное. Через 60 дней после первого скашивания формируется равнозначный по величине урожай отавы [34-36].

В смесях с козлятником восточным используются такие многолетние злаковые сельскохозяйственные культуры, как житняк, тимфеевка луговая, ежа сборная и костер безостый.

*Житняк* – многолетний рыхлокустовой, полуверховой злак ярового типа развития, высотой 50-90 см (рис. 3.2) образует большое количество укороченных и хорошо облиственных удлиненных вегетативных побегов. Отличается засухоустойчивостью, зимостойкостью, выносит затопление водой до 20-30 дней. Житняк – ценное кормовое растение: в 100 кг сена содержится 48,7 корм. ед. и 6,9 кг переваримого протеина, в 100 кг травы в период колошения – 22,7 корм. ед. и 4,1 кг переваримого протеина.



Рис. 3.2. Житняк ширококолосый в одновидовом посеве

Полного развития растение достигает на второй-третий год после посева. В травостое держится длительное время, часто вытесняя другие растения. При раннем скашивании дает хорошую отаву. Начинает изреживаться и выпадать из травостоя на третий-четвертый год жизни, при хорошем уходе держится в травостое более пяти лет.

*Тимофеевка луговая* хорошо себя проявляет в смешанных кормовых посевах, образуя рыхлые дерновины в травостое с козлятником восточным (рис. 3.3). В течение вегетационных периодов размножается корневищем и распространяется семенами.



*Рис. 3.3. Тимофеевка луговая в одновидовом посеве*

*Костер безостый* имеет вид корневищной верховой травы, которая может вырастать до 1,5 м в высоту (рис. 3.4).

Корни у растения мощные, могут проникать в почву на глубину до 2 м. Эта особенность позволяет ему перенести почти любую засуху и длительное затопление. Костер способен расти в течение нескольких лет на одном и том же месте и выдерживать многократное скашивание, что определяет его востребованность в качестве кормовой культуры.



*Рис. 3.4. Одновидовой посев костра безостого*

Зеленая масса также питательна, как и сено, содержит в себе экстрактивные безазотистые элементы (до 43-47%), клетчатку (более 20%) и протеин (20%). Отлично борется с сорняками, подавляя их жизнедеятельность уже на второй год своего произрастания. Продолжительность жизни костра безостого – в среднем пять-семь лет. Но на орошении может произрастать до 15-20 лет.

Скашивать растение следует на уровне примерно 5-7 см от земли, тогда травостой будет отрастать более качественно и быстро (рис. 3.5).



*Рис. 3.5. Костер  
безостый  
в фазе колошения*

*Ежа сборная* – многолетнее рыхлокустовое травянистое растение и ценная кормовая культура (рис. 3.6). В год посева злак развивается плохо и лишь в возрасте двух-трех лет дает хороший урожай. Имеет короткое ползучее корневище, врастает в грунт на глубину 100 см, высота стеблей достигает 150 см. Ежа обладает хорошей отавностью, поэтому ее можно скашивать несколько раз в сезон. Уборка урожая происходит в период выбрасывания метелок. При благоприятных условиях может дать четыре укоса за лето. Во втором укосе вторично цветёт. В год посева развивается медленно и слабо. На второй год даёт хороший урожай сена, на третий – достигает полного развития. Держится в травостое 8-12 лет.

Использование смешанных посевов кормовых культур повышает продуктивность орошаемого гектара за счет прибавки урожая и обеспечивает получение высокопитательного сбалансированного корма.



*Рис. 3.6. Ежа сборная в одновидовом посеве*

### 3.2. Размещение бобово-злакового агроценоза в севообороте

Бобово-злаковые кормосмеси в ротации севооборота необходимо размещать так, чтобы создать благоприятные условия для роста, развития и формирования высокого урожая каждой культуры.

Козлятник в составе бобово-злакового агроценоза при возделывании в севообороте до пяти лет накапливает в почве много органических веществ, тем самым улучшая её плодородие, однако сама корневая система козлятника после многих лет жизни накапливает и ядовитые вещества, так называемые колины. В почве они сохраняются до пяти-шести лет и оказывают отрицательное воздействие на сам козлятник, поэтому возвращать на прежнее место этот агроценоз рекомендуется через четыре-шесть лет.

Бобово-злаковый агроценоз длительного пользования с козлятником целесообразно размещать на участках вне севооборота или в полевых и кормовых севооборотах с использованием через пять-семь лет (табл. 3.1).

Лучшие предшественники – пропашные культуры: картофель, овощи и корнеплоды, а также озимые зерновые, под которые внесены органические удобрения.

Таблица 3.1

#### Период возврата культуры на прежнее место возделывания

| Культура                                         | Период возврата, годы |
|--------------------------------------------------|-----------------------|
| Зерновые (пшеница, рожь, ячмень, овес)           | 1-2                   |
| Просо, гречиха                                   | 2-3                   |
| Кукуруза                                         | 1                     |
| Зернобобовые (соя, нут, фасоль, чечевица, горох) | 3                     |
| Картофель                                        | 1-2                   |
| Подсолнечник                                     | 6-7                   |
| Многолетние травы                                | 3                     |
| Однолетние травы                                 | 3                     |
| Кормовые корнеплоды                              | 2-3                   |
| Сахарная свекла                                  | 3-4                   |
| Овощи                                            | 1-2                   |

В структуре посевных площадей многолетние многокомпонентные кормосмеси могут занимать от 30 до 50%. В сухостепной зоне Поволжья на орошении в *полевых севооборотах* козлятнику в составе бобово-злакового агроценоза отводят три-четыре поля. Многолетняя многокомпонентная кормосмесь с козлятником размещается после звена «озимые – корнеплоды – кукуруза».

Для орошаемых темно-каштановых почв рекомендован овощной севооборот с включением козлятника в состав бобово-злаковой смеси, которая размещается после картофеля, являющегося хорошим очистителем полей от сорняков, а возвращается на прежнее место через пять лет.

В *сенокосно-пастбищных севооборотах* бобово-злаковый агроценоз с козлятником занимает основные площади, при орошении и удобрении долгие годы бывает высокопродуктивным для производства грубых и зеленых пастбищных кормов.

В таком севообороте может быть следующее чередование культур: 1 – овес на зерно, 2 – пропашные силосные культуры, 3 – яровые зерновые с подсевом козлятника, 4-5 – козлятник в составе многолетней многокомпонентной кормосмеси на сено, 5-8 – козлятник в составе многолетней многокомпонентной кормосмеси на зеленый корм.

Введение в севооборот бобово-злакового агроценоза длительного пользования и правильное чередование с другими культурами позволяют улучшить продуктивность севооборота, азотный баланс, плодородие почвы и экологическую стабильность.

### **3.3. Формирование бобово-злакового агроценоза длительного пользования на орошаемых землях**

***Подготовка почвы, обработка гербицидами.*** Важнейшим агротехническим средством для получения высоких и устойчивых урожаев зеленой массы многолетнего многокомпонентного агроценоза являются основная и предпосевная обработки почвы, своевременно проведенные на оптимальную глубину.

После уборки предшественника проводится лушение стерни на глубину 6-8 см дисковыми лушильниками ЛДГ-10, ЛДГ-15, БДТ-7.

При засоренности однолетними сорняками (овсюг, мышей си-зый, дурнишник) почву обрабатывают дисковыми лушильниками на глубину 6-8 см.

При засоренности многолетними корнеотпрысковыми сорняка-ми (пырей ползучий, осот, молокан) – лемешными орудиями со сня-тыми отвалами на глубину 10-14 см или плоскорезами на глубину 14-16 см.

Первый раз лушение жнивья проводят одновременно с уборкой предшественника дисковыми лушильниками на глубину 6-8 см с це-лью уничтожения растущих сорняков и провоцирования пророста-ния их семян. Второй раз лушение проводят через две-три недели на глубину 12-14 см дисковыми или лемешными орудиями. Зяблевую вспашку на темно-каштановых почвах проводят на глубину 27-32 см плугами ПН-5-35, КПП-2-150, КППШ-9 в агрегате с трактором К-701 или МТЗ-1221. На зиму почву оставляют в глыбистом состоянии, что способствует накоплению влаги и удерживанию талых вод, в ре-зультате верхний слой не заливается, слабее уплотняется и не теряет структуру.

В настоящее время в Поволжье основную безотвальную обра-ботку почвы при орошении проводят плоскорезами ПРНС-5-55 и ПРНС-7-55 с трактором Т-150 или МТЗ-1221. При данной обра-ботке создается более рыхлый слой почвы, снижается ее объёмная масса, улучшается воздухообмен, увеличивается водопроницае-мость. Производительность по сравнению с аналогами увеличивается в 2 раза за счет конструкции и ширины захвата орудия. Весной подготовку поля начинают с закрытия влаги по мере поспевания поч-вы. Предпосевную культивацию целесообразно проводить культи-ваторами КШ-4 в агрегате с ДТ-75М с бритвенными рабочими орга-нами, которые лучше подрезают сорные растения, не переворачивая верхний слой почвы. Предпосевное прикатывание почвы проводят катками ЗККШ-6 (табл. 3.2).

Таблица 3.2

**Технологическая схема обработки почвы  
при возделывании многолетнего многокомпонентного  
бобово-злакового агроценоза**

| Обработка                                        | Качественные показатели         | Состав агрегата                            | Срок обработки |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|----------------|
| Лущение жнивья предшественника                   | В два следа на глубину 6-8 см   | МТЗ-1221, ЛДГ-10, БДТ-7                    | Сентябрь       |
| Вспашка зяби с отвальным плугами с прикатыванием | На глубину 27-32 см             | МТЗ-1221, К-701, КПП-2-150, КПШ-9, ПН-5-35 | -//-           |
| Планировка поля                                  | В два следа                     | МТЗ-1221, ПА-3                             | Конец сентября |
| Рыхление (культивация) почвы после полива        | В один след на глубину 12-14 см | МТЗ-1221, КПП-6                            | Сентябрь       |
| Весеннее боронование при поспевании почвы        | В один след на глубину 6 см     | МТЗ-1221, СГ-21                            | Апрель         |
| Предпосевная культивация зяби                    | На глубину 8 см                 | МТЗ-1221, СП-11                            | -//-           |
| Послепосевное прикатывание                       | В один след                     | МТЗ-82, ЗККШ-6                             | -//-           |

При сильном засорении поля многолетними корневищными и корнеотпрысковыми сорняками до вспашки проводится обработка почвенными гербицидами согласно регламенту их использования. Если отрастание сорняков задерживается, следует провести провокационный полив в норме 250-300 м<sup>3</sup>/га до внесения гербицидов.

Поле очень тщательно подготавливается, так как перспектива его эксплуатации составляет 10 лет с одним севом.

**Подготовка семян к посеву. Сроки, способы посева и нормы высева.** Инокуляция семян – обязательный агротехнический прием, способствующий нормальному росту и развитию растений и получению высокого урожая зеленой массы. Инокуляцию проводят в день посева, совмещая с внесением молибденового удобрения.

Обрабатываемые семена смачивают водой, обезжиренным молоком или молочной сывороткой из расчета 1% к массе семян, затем на них высыпают препарат и тщательно перемешивают. Обработанные семена необходимо слегка подсушить в тени и высевать в тот же день. Для усиления симбиотической фиксации азота одновременно с инокуляцией семена обрабатывают молибденом. Дозы, сроки и способы обработки семян молибденовыми удобрениями представлены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

### Дозы и сроки применения молибденовых удобрений

| Удобрение                   | Доза удобрения<br>(на 1 ц семян)                            | Способы и сроки<br>применения удобрений                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Молибдат аммония            | 20-30 г на 3-6 л воды                                       | Предпосевная обработка семян                                                |
| Молибдат натрия             | 35-45 г на 3-6 л воды;<br>70-75 г в смеси с тальком (100 г) | Предпосевная обработка семян. Опудривание семян одновременно с ризоторфином |
| Аммоний молибденовый кислый | 50 г на 0,5 л воды и 1 кг ризоторфина                       | Предпосевная обработка семян                                                |

Согласно техническим условиям ГОСТ 325-2005 семена многолетних трав должны соответствовать требованиям, установленным для первого класса: всхожесть – не ниже 90%, основной культуры – 99%.

Семена с примесью карантинных сорняков (горчак, повилика, свинорой) не следует использовать для посева. Норма высева семян злаковых культур в кормовых травосмесях – 6-10 кг/га. Глубина заделки составляет от 1 см на тяжелых до 3 см на легких почвах. Наибольшие урожаи бывают на второй год жизни.

Клубеньки на корнях козлятника восточного формируются на первом году жизни (в конце июля-начале августа), активные клубеньковые бактерии фиксируют азот воздуха в удобной для усвоения растениями форме. Поэтому возделывание бобово-злакового агроценоза с козлятником восточным возможно только при обязательной инокуляции семян. Для этих целей используют ризотор-

фин. Также для повышения всхожести семян козлятника проводят скарификацию – механическое нарушение оболочки семян на клеворотерках.

Наилучшим считается весенний посев, совпадающий с севом ранних яровых зерновых. Лучшим сроком сева следует считать вторую-третью декады апреля.

Посев компонентов травосмеси проводится рядовым или перекрестно-рядовым способом зерно-травяными сеялками. При рядовом посеве семена костреца (или их смесь с суперфосфатом) засыпаются в первый ящик сеялки, семена козлятника – во второй, далее их высевают на глубину 2-3 см. При перекрестно-рядовом способе посева козлятник высевают на глубину 2-3 см, кострец безостый – 3-4 см. Норма посева козлятника составляет 8-10 кг/га, костреца – 8-12 кг/га.

За две-три недели до посева семена бобовых и злаковых трав рекомендуются протравливать препаратами ТМТД, ВСК (0,6-0,8 л/ц) в норме 300 г на 1 ц семян. В день посева семена бобовых обрабатывают нитрагином и микроэлементами из расчета 50-70 г буры белой, 25-20 г борной кислоты или 500-600 г молибдата аммония на 1 ц семян. Для активации азотфиксирующей способности бобового компонента семена обрабатывают различными штаммами азотфиксирующих бактерий.

При возделывании бобово-злакового агроценоза на корм целесообразно высевать обычным рядовым способом при ширине междурядий 15 см козлятник восточный (50%) и зерновые культуры (50%). Норма 5,6 млн шт/га всхожих семян (весовая норма посева: костер безостый – 6,0 кг/га, козлятник восточный – 12,0, ежа сборная – 6,0, тимopheевка и райграсс – по 5-6 кг/га).

Положительное влияние на долевое участие козлятника восточного оказывает чрезмерный способ посева, при котором доля козлятника на 47% больше, чем при смешанном посеве при одинаковых нормах посева семян.

Все мероприятия по уходу за посевами многокомпонентных кормосмесей первого года жизни направлены на получение дружных всходов и создание условий для формирования продуктивного травостоя. Для сохранения посевов от изреживания последний

укос следует сделать за 25-30 дней до устойчивого похолодания. Для лучшей перезимовки за месяц до конца вегетации проводится подкормка растений фосфорно-калийными удобрениями из расчета  $P_{60}K_{40}$  кг д. в. на 1 га.

Уход за посевами последующих годов использования начинается ранней весной с боронования тяжелыми боронами в два следа поперек рядков. Хорошие результаты дает дискование с углом атаки  $10-15^\circ$  с дальнейшим увеличением его до  $20-25^\circ$  в зависимости от возраста кормосмеси. Как боронование, так и дискование посевов способствуют лучшей заделке минеральных удобрений, рыхлению верхнего слоя почвы, проникновению в нее влаги и воздуха, уничтожению личинок вредителей и семян сорняков, удалению отмерших стерневых остатков, омолаживанию растений. На широкорядных посевах проводят междурядные обработки до смыкания растений.

При совместных способах посева уменьшается взаимная конкуренция между растениями: козлятник восточный меньше угнетается кострцом безостым, что приводит к росту урожайности до 12-13%, повышению выхода обменной энергии на 13-15 и сырого протеина на 22-25%.

Фенологические наблюдения показывают, что козлятник восточный и костре́ц безостый по темпам развития комплементарны друг другу. Для достижения укосной спелости и получения урожая первого укоса им необходим период от 48 до 56 дней, а для формирования отавы – 70-78.

**Пищевой режим.** Наибольший эффект в увеличении надземной биомассы в бобово-злаковом агроценозе длительного пользования и улучшении его качества достигается при использовании минеральных удобрений.

Многолетняя многокомпонентная кормосмесь с козлятником восточным выносит из почвы большое количество элементов питания. Вынос с 1 т сухого вещества составляет: 30 кг азота, 5 – фосфора и 21 кг калия на 1 га. Именно этим и обуславливаются высокие требования к плодородию почвы.

Дозы минеральных удобрений под бобово-злаковый агроценоз дифференцируются в зависимости от обеспечения почв подвижными формами элементов питания. Фосфорно-калийные удобрения

необходимо вносить под зяблевую вспашку. Экономически эффективно вносить фосфор и калий с запасом на два года. Клубеньки, в которых фиксируется азот воздуха, формируются лишь в конце первого года жизни козлятника. В год посева азотное питание осуществляется почти целиком за счет азота почвы. Азотные удобрения в дозе 40-60 кг д. в. на 1 га вносят перед посевом. В годы пользования бобово-злаковым агроценозом азотные удобрения вносятся в умеренных, а фосфорно-калийные – в несколько повышенных дозах.

Темно-каштановые почвы в начале периода вегетации первого года пользования бобово-злаковым агроценозом содержат 2,37% гумуса, 2,23 мг  $N-NO_3$ , 5,16 –  $P_2O_5$  и 26,67 мг  $K_2O$  на 100 г почвы (табл. 3.4).

Таблица 3.4

**Агрохимическая характеристика темно-каштановых почв  
сухостепной зоны Поволжья**

| Вегетационный период | Гумус, % | Содержание в 100 г почвы, мг |          |        |
|----------------------|----------|------------------------------|----------|--------|
|                      |          | $N-NO_3$                     | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
| Начало вегетации     | 2,37     | 2,23                         | 5,16     | 26,67  |
| Конец вегетации      | 2,35     | 2,08                         | 5,05     | 26,01  |
| Вынос                | - 0,02   | -0,15                        | -0,11    | -0,66  |

В конце вегетации вынос макроэлементов почвы был небольшой. В начале периода вегетации содержание доступного азота  $NO_3$  достигало 2,23 мг на 100 г почвы, что характеризует среднее содержание, близкое к достаточному, подвижного фосфора – до 5,16 мг на 100 г почвы, что показывает достаточное содержание  $P_2O_5$  в почве. Обменный калий находился в пределах 26,67 мг на 100 г почвы, что характеризуется высокой степенью обеспеченности этим элементом. Подкормки в период вегетации бобово-злакового агроценоза первого года пользования при таком обеспечении макроэлементами не проводятся.

В ранний весенний период, при наступлении физической спелости почвы определяется содержание гумуса и основных элементов питания. Содержание гумуса в пахотном слое в годы исследований варьировало в пределах 3,02-3,44%. Содержание подвижного

фосфора и калия находилось в пределах средней обеспеченности (табл. 3.5).

Таблица 3.5

**Содержание основных элементов питания в почве  
на посевах многолетней многокомпонентной кормосмеси**

| Кормосмесь                                | Гумус,<br>% | Нитрифика-<br>ционная способность<br>почвы, мг (в 100 г) | Содержание<br>в 100 г почвы, мг |       |
|-------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------|-------|
|                                           |             |                                                          | фосфора                         | калия |
| Многолетняя (первого года использования)  | 3,02        | 3,20                                                     | 3,90                            | 22,80 |
| Многолетняя (третьего года использования) | 3,44        | 2,60                                                     | 3,50                            | 22,80 |
| Многолетняя (восьмого года использования) | 3,11        | 3,00                                                     | 3,90                            | 22,80 |

Виды удобрений, применяемых на посевах многолетней кормосмеси, в состав которой входит козлятник восточный, при малообеспеченных почвах:

- азотные удобрения – аммиачные (жидкий аммиак, аммиачная вода, сульфат аммония, хлористый аммоний), нитратные (натриевая селитра, аммиачная селитра) и амидные (карбамид);
- фосфорные удобрения – суперфосфат простой порошковидный, суперфосфат простой гранулированный, суперфосфат двойной гранулированный, преципитат, фосфорная мука;
- калийные удобрения – калий хлористый, сульфат калия, калийная соль, сульфат магния, калимагnezия;
- сложные комплексные удобрения – нитрофоска, нитрофос, диаммофос, нитроаммофос – высококонцентрированное азотно-фосфорное удобрение.

Эффективны также микроудобрения: молибдат аммония, молибдат аммония натрия.

Средние нормы внесения азота составляют 60-80 кг, фосфора – 100-120 и калия – 70-90 кг д. в. на 1 га. Работы по внесению фосфорно-калийных удобрений проводятся осенью после последнего укоса. Органические удобрения (60-90 т/га) вносят под зяблевую

вспашку непосредственно перед севом бобово-злакового агроценоза. Для внесения минеральных удобрений используют разбрасыватели РМВ-4, РУМ-8, МВУ-8, МВУ-12.

**Режимы орошения. Общие требования при назначении сроков полива. Способы и техника полива.** Эффективным приемом повышения продуктивности бобово-злакового агроценоза длительного пользования является орошение при поливном режиме 70-80-70% от НВ в корнеобитаемом слое почвы 0,1-1 м. Орошение многолетней многокомпонентной кормосмеси бобово-злакового агроценоза проводится с ориентиром на влаголюбивую культуру козлятник восточный, которая занимает в составе до 50%.

Компоненты многолетнего бобово-злакового агроценоза очень отзывчивы на влагозарядковые поливы, которые проводят осенью в норме 700-800 м<sup>3</sup>/га. Вегетационные поливы агроценоза на кормовые цели проводят при снижении влажности почвы 70-80% НВ в слое почвы 0,6-0,8 м. В засушливые годы проводят два-три полива в норме 400-500 м<sup>3</sup>/га под каждый укос, а во влажные годы число поливов снижается вдвое. До бутонизации поддерживается влажность почвы на уровне 70% НВ, по мере развития растений, к созреванию бобов, она снижается до 60% НВ в слое почвы в 0,6-0,8 м. Поливы многолетней бобово-злаковой кормосмеси назначают при её влажности в слое 0-60 см не меньше 70% от НВ при верхней границе 100% от НВ [37, 38, 39].

Поливной режим козлятника восточного в составе бобово-злакового агроценоза в различных природных зонах Поволжья в засушливые годы приведен в табл. 3.6.

Бобово-злаковый агроценоз, в состав которого входит козлятник, расходует на 1 ц зеленой массы от 7 до 10 м<sup>3</sup> воды. Суммарное водопотребление растений за период вегетации в зависимости от зоны Поволжья составляет 6000-8000 м<sup>3</sup>/га при урожае зеленой массы 50-60 т/га.

В зависимости от складывающихся погодных условий весны рекомендуется проводить предпосевной полив в норме 250-300 м<sup>3</sup>/га для дружного получения всходов. В период отрастания надземной массы бобово-злакового агроценоза третьего года использования влажность почвы в 2019 г. находилась в пределах 60% НВ в расчет-

ном слое 0-50 см. Во влажные периоды вегетации агроценоза число поливов сокращают на 1-3.

Таблица 3.6

**Режим орошения козлятника восточного  
в составе бобово-злакового агроценоза  
в засушливые годы**

| Зона естественной увлажненности, Ку | Оросительная норма, м³/га |              |                      | Число вегетационных поливов | Норма вегетационных поливов, м³/га | Поливной период                                   |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                     | всего                     | в том числе  |                      |                             |                                    |                                                   |
|                                     |                           | влагозарядка | вегетационные поливы |                             |                                    |                                                   |
| 0,2-0,3                             | 3200                      | 800          | 2 400                | 4                           | 550-650                            | Третья декада<br>апреля-вторая декада<br>сентября |
| 0,3-0,4                             | 2600                      | 800          | 1 800                | 3                           | 550-650                            |                                                   |
| 0,4-0,5                             | 2100                      | 600          | 1 500                | 3                           | 400-600                            |                                                   |
| 0,5-0,6                             | 1600                      | 600          | 1 000                | 2                           | 400-600                            |                                                   |

Число и нормы поливов в период вегетации при возделывании многолетней многокомпонентной кормосмеси по зонам Саратовской области представлены в табл. 3.7.

Таблица 3.7

**Поливные нормы и число поливов за вегетацию  
многокомпонентных многолетних кормосмесей  
в почвенно-климатических условиях сухостепного Поволжья**

| Зона          | Период вегетации, дни | Поливная норма, м <sup>3</sup> /га | Число поливов |                     |
|---------------|-----------------------|------------------------------------|---------------|---------------------|
|               |                       |                                    | всего         | в межкусовой период |
| Степная       | 180-200               | 400-500                            | 7-12          | 2-3                 |
| Полупустынная | 190-200               | 500-600                            | 10-15         | 3-4                 |

Для поддержания влажности почвы не ниже 80-85% НВ во влажные годы необходимо проводить 9, а в сухие – 13-15 поливов средней нормой нетто 350-450 м<sup>3</sup>/га. Межполивной период в оптимальные годы составляет 10-12, а в острозасушливые – 5-7 дней (табл. 3.8).

Таблица 3.8

**Поливные нормы многокомпонентной многолетней кормосмеси  
при различных порогах предполивной влажности почвы  
(слой 0,6 м)**

| Предполивная влажность |                         | Поливная<br>норма (нетто),<br>м <sup>3</sup> /га | Поливная норма (брутто), м <sup>3</sup> /га |          |          |
|------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------|----------|
| от НВ                  | от массы сухой<br>почвы |                                                  | K = 1,10                                    | K = 1,15 | K = 1,25 |
| 100                    | 22,4                    | 0                                                | 0                                           | 0        | 0        |
| 90                     | 20,16                   | 152                                              | 167                                         | 175      | 182      |
| 85                     | 19,04                   | 228                                              | 251                                         | 262      | 285      |
| 80                     | 17,92                   | 304                                              | 334                                         | 350      | 380      |
| 75                     | 16,8                    | 381                                              | 419                                         | 438      | 476      |
| 70                     | 15,68                   | 457                                              | 503                                         | 526      | 571      |
| 65                     | 14,56                   | 533                                              | 586                                         | 613      | 666      |
| 60                     | 13,44                   | 609                                              | 670                                         | 700      | 761      |

Кормосмесь очень отзывчива на влагозарядку, которую проводят осенью при уменьшении влагозапасов менее 50% НВ или при сильном иссушении верхнего пахотного горизонта. При назначении влагозарядки надо исходить из условий залегания грунтовых вод (УГВ). При УГВ более 3 м норма полива составляет 600 м<sup>3</sup>/га, при УГВ менее 3 м – 400, при УГВ более 5 м – 600 м<sup>3</sup>/га.

*Влагозарядковые поливы* создают основные запасы влаги с осени в слое почвы до 100 см, которые растения используют весной. В зоне Поволжья влагозарядковые поливы нормой 700-800 м<sup>3</sup>/га повышают сбор зеленой массы в первом укосе на 5,0-6,0 т/га. Влагозарядковые поливы в засушливые годы пустынной и полупустынной зон проводят нормой 600 м<sup>3</sup>/га, в степной и лесостепной – 800 м<sup>3</sup>/га. Проведение послепосевных поливов не дает положительных результатов. Все почвы Поволжья при орошении образуют корку, пробиться через которую всходам очень трудно. Поэтому послепосевные поливы на посевах козлятника в составе бобово-злакового агроценоза не рекомендуются.

*Вегетационные поливы* поддерживают заданный уровень влажности в течение всего периода роста и развития растений и увлажняют почву при дождевании на глубину до 50-80 см. В первый год

бобово-злаковый агроценоз длительного пользования поливается в фазу 3-4 настоящих листьев козлятника. Вегетационные поливы проводятся при снижении влажности в слое почвы 0-50 см до 70% от НВ. Поливные нормы должны составлять 350-450 м<sup>3</sup>/га. Для поддержания заданного порога поливной влажности в засушливый год достаточно провести два-четыре полива, оросительная норма за период вегетации должна составлять 1000-2400 м<sup>3</sup>/га. Во второй и последующие годы произрастания бобово-злакового агроценоза влажность почвы в слое 0-80 см от отрастания до начала созревания не должна снижаться ниже 80% от НВ (табл. 3.9).

Таблица 3.9

**Оросительные нормы для бобово-злакового агроценоза  
длительного пользования  
по различным микрозонам Поволжья, м<sup>3</sup>/га**

| Оросительная норма                                              |               |             |
|-----------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| засушливый год                                                  | умеренный год | влажный год |
| <i>Западная, центральная и северная правобережная микрозоны</i> |               |             |
| 2400-3000                                                       | 1500-2000     | 1000-1500   |
| <i>Северная левобережная микрозона</i>                          |               |             |
| 3800                                                            | 2400-2900     | 1800-2300   |
| <i>Центральная левобережная микрозона</i>                       |               |             |
| 4300-5300                                                       | 2600-3100     | 2000-2500   |
| <i>Юго-Восточная микрозона</i>                                  |               |             |
| 4800-5800                                                       | 3200-3700     | 2500-3000   |

Вегетационные поливы проводятся перед бутонизацией и в фазу налива семян. В засушливые годы в южных областях зоны по одному поливу проводят в периоды отрастания, бутонизации, бутонизации-цветения, цветения-плодообразования. В северных областях Поволжья достаточно провести два-три полива в периоды отрастания, бутонизации и бутонизации-цветения.

При дождевании рациональная норма полива без существенного стока составляет 350-400 м<sup>3</sup>/га. При близком залегании грунтовых вод нормы полива снижаются на 15-20% [40, 41].

После каждого укоса многолетнего многокомпонентного агроценоза с козлятником рекомендуется проводить щелевание почвы.

Для получения высокого урожая зеленой массы необходимо поддерживать влажность почвы в слое 1 м на уровне 80-85% НВ. После каждого укоса проводят обильные поливы. Лучший срок для влагозарядкового полива бобово-злакового агроценоза для получения урожайной зеленой массы – 25-30 дней до прекращения вегетации растений. Первые вегетационные поливы проводят при фактической влажности почвы 60% от НВ, что и обуславливает поливную норму 300 м<sup>3</sup>/га, второй полив – при предполивной влажности почвы 62% НВ нормой 250 м<sup>3</sup>/га (табл. 3.10).

Таблица 3.10

**Сроки, поливная норма, режим орошения 70-80-70% от НВ**

| Вегетационный полив               | Дата полива | Предполивная влажность почвы в расчетном слое (0,5 м), % НВ |             | Поливная норма, м³/га |
|-----------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
|                                   |             | рекомендуемая                                               | фактическая |                       |
| Первый                            | 15.05       | 70                                                          | 60          | 300                   |
| Второй                            | 05.06       |                                                             | 62          | 250                   |
| Третий                            | 20.06       | 80                                                          | 59          | 500                   |
| Четвертый                         | 08.07       |                                                             | 62          | 350                   |
| Пятый                             | 26.07       | 70                                                          | 58          |                       |
| Шестой                            | 01.08       |                                                             | 60          | 300                   |
| Оросительная норма (всего), м³/га |             |                                                             |             | 2050                  |

Оросительная норма при возделывании бобово-злакового агроценоза с козлятником в среднем составляет от 2500 до 4000 м<sup>3</sup>/га в зависимости от влагообеспеченности почвы.

В Поволжье преимущественно распространены многоопорные широкозахватные дождевальные машины. Применяют нормированное орошение методом дождевания. При прохождении по полю дождевальной машины «Фрегат» наблюдается минимальное повреждение посевов колесами машины. В результате многолетних исследований выявлено, что полив дождеванием наиболее оптимален для сухостепных условий Поволжья.

**Защита от вредителей и болезней.** Для защиты посевов бобово-злакового агроценоза от вредителей наиболее эффективным

средством является внедрение системы севооборотов. Это дает возможность предохранить молодые посевы от повреждений их вредителями-насекомыми, которые в большом количестве накапливаются на старовозрастных посевах. В системе мер борьбы также представлены посев здоровыми семенами, применение фосфорно-калийных удобрений (азотные – в умеренной дозе), уничтожение до посева послеуборочных растительных остатков. Всероссийский НИИ орошаемого земледелия рекомендует следующую систему химической борьбы: первая обработка проводится в период весеннего отрастания компонентов бобово-злакового агроценоза длительного пользования против жуков-долгоносиков, фитономуса и тихиусов-семяеда; вторая – в фазе бутонизации – против клопа, толстоножки и тли; третья – в начале завязывания бобов – против семяеда.

### **3.4. Структура урожая бобово-злаковых трав.**

#### **Оценка кормовой ценности надземной массы растений, продуктивности и качества получаемого корма**

Урожай зеленой массы варьирует в зависимости от видового состава и сроков укосов кормосмеси. Уборка надземной массы бобово-злакового агроценоза проводится в три укоса третьего года и один-два укоса в первый год пользования. В результате исследований установлено: урожайность посевов третьего года может достигать 67 т/га, что имеет преимущество перед посевами первого года использования с урожайностью 25 т/га на 37,3%.

На посевах третьего года пользования получается наивысший выход кормовых единиц и переваримого протеина с 1 га. В многокомпонентных кормосмесях качество зависит от процентного содержания бобовых культур и года использования агроценоза (табл. 3.11).

Сбалансированность зеленой массы по протеину обеспечивается при условии 40-50% весового содержания козлятника восточного.

О качестве корма можно судить по величине содержания переваримого протеина в 1 кг корма. В зеленой массе первого укоса

са по этому параметру наилучшей оказалась трехлетняя кормосмесь, где содержание переваримого протеина составило 54,2 г (табл. 3.12).

Таблица 3.11

**Урожай и качественные показатели зеленой массы  
бобово-злакового агроценоза**

| Кормосмесь                     | Урожай-<br>ность зе-<br>леной мас-<br>сы, т/га | Содержание<br>в 1 кг корма,<br>корм. ед. | Выход, т/га             |                                 | Содержание<br>протеина<br>в 1 корм. ед.,<br>г |
|--------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                |                                                |                                          | кор-<br>мовых<br>единиц | перевари-<br>мого про-<br>теина |                                               |
| Первого года<br>использования  | 25,0                                           | 0,24                                     | 8,3                     | 0,70                            | 81,5                                          |
| Третьего года<br>использования | 67,0                                           | 0,25                                     | 12,1                    | 1,09                            | 89,3                                          |

При выращивании бобово-злакового агроценоза на кормовые цели наибольший сбор сухого вещества, кормовых единиц и переваримого протеина отмечается при скашивании участков в фазах стеблевания и бутонизации. Зеленую массу убирают с помощью кормоуборочных машин. При заготовке сена используются грабли, пресс-подборщики и стогаменты. Использование бобово-злакового агроценоза на травяную муку и гранулы заключается в скашивании травостоя козлятника восточного в фазе полного цветения. Общая продолжительность вегетационного периода – от 85 до 110 дней.

Частое выкашивание истощает корневую систему козлятника и злаковых культур, так как сокращается период накопления питательных веществ в подземных органах. Многокомпонентную травосмесь на силос убирают кормоуборочными комбайнами. Перед уборкой комбайны регулируют на длину резки листостебельной массы – 10-30 мм.

Таблица 3.12

**Зоотехнический анализ качества  
бобово-злакового агроценоза третьего года пользования**

| Содержание в 1 кг зеленой массы, корм. ед. | Содержание в 1 кг корма натуральной влажности |       |                                   |                     |              |              |                    |          |                    |                |                    |        |               | Абсолютно сухое вещество, % |                 |                 |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------|-----------------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------------|----------|--------------------|----------------|--------------------|--------|---------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|
|                                            | переваримого протеина, г                      | Са, г | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , г | K <sub>2</sub> O, г | каротина, мг | нитратов, мг | общая влажность, % | азота, % | сырого протеина, % | сырого жира, % | сырой клетчатки, % | БЭВ, % | сырой золы, % | корм. ед. в 1 кг            | сырого протеина | сырой клетчатки |
| <i>Первый укос</i>                         |                                               |       |                                   |                     |              |              |                    |          |                    |                |                    |        |               |                             |                 |                 |
| 0,26                                       | 54,02                                         | 6,99  | 2,30                              | 6,60                | 43,0         | 43,0         | 73,28              | 4,08     | 25,50              | 3,02           | 10,54              | 46,26  | 6,73          | 0,94                        | 27,54           | 11,49           |
| <i>Второй укос</i>                         |                                               |       |                                   |                     |              |              |                    |          |                    |                |                    |        |               |                             |                 |                 |
| 0,16                                       | 33,1                                          | 7,0   | 1,79                              | 2,42                | 46,4         | 2,40         | 78,8               | 3,30     | 20,63              | 3,10           | 25,92              | 35,95  | 7,45          | 0,71                        | 22,06           | 27,72           |
| <i>Третий укос</i>                         |                                               |       |                                   |                     |              |              |                    |          |                    |                |                    |        |               |                             |                 |                 |
| 0,24                                       | 42,8                                          | 6,38  | 1,54                              | 4,87                | 68,0         | 122          | 74,4               | 3,35     | 20,93              | 3,10           | 14,57              | 45,44  | 8,15          | 0,92                        | 22,56           | 15,70           |

Внедрение разработанных приемов в кормопроизводство позволяет получать за вегетацию более 67 т/га зелёной массы, обеспеченной переваримым протеином. Многокомпонентные кормосмеси можно возделывать на почвах всех типов, где нет близкого залегания грунтовых вод. Лучшие предшественники – пропашные и озимые культуры. Система основной обработки почвы должна предусматривать максимальное очищение ее от сорняков и выравнивание поля. Для предупреждения заражений растений болезнями в период вегетации семена протравливают перед севом. Обработку ризоторфином проводят в день посева, совмещая с внесением молибденового удобрения. Для получения дружных всходов компоненты кормосмеси высевают в ранние сроки.

Режим орошения бобово-злакового агроценоза с козлятником восточным складывается из влагозарядкового и вегетационных поливов. Влажность почвы следует поддерживать на уровне 70-80% НВ до цветения козлятника, а затем ее снижают до 60-70% НВ. В Поволжье на орошаемых землях бобово-злаковый агроценоз длительного пользования дает до трех укосов.

По комплексу экономических показателей наиболее эффективной оказалась технология создания и использования совместных посевов козлятника восточного с кострцом безостым, при которой производится корм с низкой себестоимостью зелёной массы, кормовой единицы и обменной энергии.

#### **4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЦИОНАЛЬНЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫМ ОРОСИТЕЛЬНЫМ НОРМАМ НА ПЛАНИРУЕМУЮ УРОЖАЙНОСТЬ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР И КОРМОСМЕСЕЙ ДЛЯ ПОВОЛЖЬЯ**

В Поволжье в засушливые годы валовое производство кормов нередко снижается в 4-5 раз и более, продуктивность поливного гектара при этом в 2-3 раза выше богарного. Однако потенциальные возможности орошаемого земледелия используются хозяйствами области далеко не полностью. Практический опыт и результаты научных исследований показывают, что оно располагает значительными резервами, реализация которых позволит в 1,5-2 раза повысить урожайность и стабилизировать производство кормов на поливных землях.

Одна из главных причин недостаточно эффективного использования орошаемых земель – нарушение хозяйствами основных требований регулирования водного режима почвы. Помимо недобора урожая, это приводит к ряду негативных процессов, в первую очередь, к подъему грунтовых вод и вторичному засолению.

Наиболее действенным методом экономии оросительной воды и предотвращения развития негативных мелиоративных процессов является применение режимов орошения сельскохозяйственных культур, дифференцированных по предполивному порогу влажности и расчетной глубине увлажняемого слоя почвы. Использование дифференцированных режимов орошения значительно уменьшает инфильтрационные потери и обеспечивает экономию оросительной воды в пределах 450-650 м<sup>3</sup>/га, а на отдельных культурах, например сое, – до 1080 м<sup>3</sup>/га.

Последний раз нормы водопотребности для орошения по природно-климатическим зонам разрабатывались в 1984 г., в 2021 г. разработаны нормы водопотребления по природно-климатическим зонам согласно происходящим изменениям климатических параметров. В связи с развитием в России новых социально-экономических условий и нарастанием экологических проблем в орошаемом земледелии назрела настоятельная необходимость в разработке раци-

ональных, экологически обоснованных оросительных норм основных, наиболее рентабельных кормовых культур (кукуруза на силос, люцерна, соя и др.) и кормовых смесей. В данной работе представлены результаты исследований по дифференцированным режимам орошения кормовых культур, выполненные за последние 30 лет учеными Волжского НИИ гидротехники и мелиорации.

#### 4.1. Природно-климатические условия зоны наибольшего развития орошения в Поволжье

Основная часть орошаемых сельскохозяйственных угодий Саратовской области располагается в ее левобережных районах.

Левобережные районы Саратовской области (Саратовское За-  
волжье) находятся в трех сельскохозяйственных микрорайонах (рис. 4.1), а также в трех климатических зонах: степной, сухостепной и полупустынной.



Рис. 4.1.  
Сельскохозяйственные  
микрорайоны  
Саратовской области  
с развитым орошением

**Степная зона** охватывает южную часть Самарской области, правобережье, северные районы Саратовского Заволжья и северо-западные районы Волгоградской области. Климат зоны – среднеконтинентальный с умеренно холодной малоснежной зимой и теплым летом. Безморозный период – 135-155 дней. Средняя продолжительность периода активной вегетации сельскохозяйственных культур – 140-180 дней. На территории данной зоны большинство сельскохозяйственных культур обеспечены теплом в достаточном количестве. Сумма эффективных температур (выше +10°C) – 2500-2900°C. По увлажнению зона засушлива. Наибольшее количество осадков выпадает в теплый период. Годовое количество осадков составляет от 350 до 450 мм, суммарный дефицит влаги – в среднем 170-200 мм, испаряемость – 640-700 мм. Повторяемость сильных засух – 20-30%. Посевы сельскохозяйственных культур обеспечены влагой на 50-55%.

**Сухостепная зона.** Включает в себя западную и центральную части Саратовского Заволжья, центральные районы Волгоградской области. Характеризуется континентальным и очень континентальным климатом. Зима умеренно холодная (от -10 до -15°C), лето теплое (21,6-22,6°C). Продолжительность безморозного периода – 140-170 дней. Сумма эффективных температур – 2800-3000°C. Средняя продолжительность периода активной вегетации сельскохозяйственных культур – 160-185 дней. Зона очень засушливая. В среднем за год выпадает 250-400 мм осадков, в теплую часть года – около 300 мм. Испаряемость – 660-780 мм. Дефицит влаги в метровом слое почвы – 220-240 мм. Для лета типичны суховеи и сильные бури, что ограничивает возможности сельского хозяйства. Суховейных дней в году бывает 80-85.

**Полупустынная зона.** В нее входят юго-восток Саратовской области, южная часть Правобережья и основные массивы Левобережья Волгоградской области, а также вся Астраханская область. Зона характеризуется резко континентальным климатом с умеренно холодной (от -5 до -15°C) малоснежной (толщина снежного покрова 10-20 см) зимой, жарким (22,5-25,8°C) летом. Безморозный период длится 160-195 дней. Сумма эффективных температур – 2800-3600°C. Вегетационный период длинный, а безморозный – на 10-20 дней короче, чем в сухостепной зоне. По увлажнению зона

является очень засушливой. В среднем за год здесь выпадает 200-350 мм осадков, испаряемость – 1000-1100 мм. Естественная влагообеспеченность сельскохозяйственных культур менее 40%, дефицит водного баланса – нередко 7000 м<sup>3</sup>/га и более.

Климат Саратовского Заволжья отличается континентальностью и засушливостью, формируется под влиянием воздушных масс, приходящих с Азиатского материка, переохлажденного зимой и перегретого летом, и под смягчающим воздействием Атлантики, что влияет на удлинение зимы, сокращение переходных периодов и создает возможность глубоких аномалий погоды в виде оттепелей зимой, возвратов холодов весной, увеличения морозоопасности в начале и в конце лета, засух.

Засушливость климата характеризуется низкой относительной влажностью воздуха и недостатком его насыщения. Дней с относительной влажностью менее 30%, характерной для засушливого климата, насчитывается 25, причем наибольшее число сухих дней наблюдается на севере Заволжья в мае, а на юге – в июне. Особенно низкие значения относительной влажности и высокие недостатки насыщения в период вегетации растений отмечаются в 13-14 ч. Восточные и юго-восточные ветры приносят сухой и жаркий воздух летом и сильно охлажденный зимой. Характерны скорость ветра более 5-7 м/с, что затрудняет полив дождеванием. В летний период преобладают ветра юго-восточного направления. Испаряющая способность почв с водной поверхности возрастает с севера на юг. Весенние влагозапасы в метровом слое почв с севера на юг уменьшаются с 1700 до 600 м<sup>3</sup>/га.

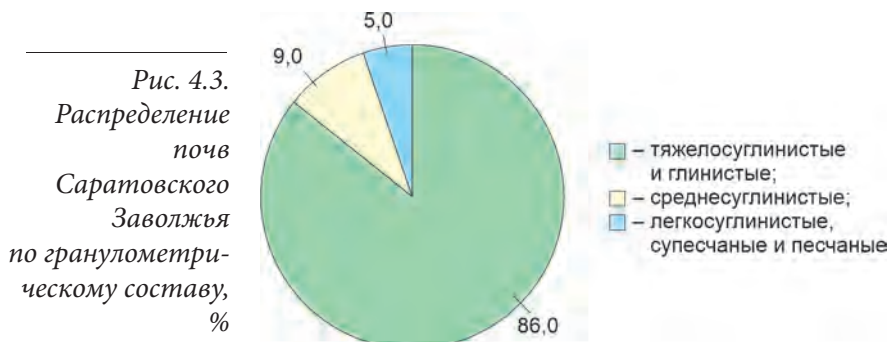
Гидротермические коэффициенты (ГТК) в Заволжье увеличиваются с юго-востока на северо-запад (рис. 4.2).

Геоморфологически в Заволжье выделяют четыре основных района: Низкую Сыртовую равнину, Общий Сырт, Прикаспийскую низменность и долину Волги. Почвы первых трех районов относят к весьма слабодренированным, долину Волги – к слабодренированным, что делает особо актуальной необходимость соблюдения экологически обоснованных дифференцированных режимов орошения, так как превышение допустимых оросительных норм в этих условиях легко может привести к подъему грунтовых вод и связанному с ним вторичному засолению, подтоплению и др.



Рис. 4.2. Районирование территории Саратовского Заволжья по гидротермическим коэффициентам

Орошаемая территория Саратовской области крайне неоднородна в почвенном отношении. В северной части (Балаковский и прилегающие районы) распространены южные черноземы. Большую часть территории (Марковский, Энгельсский районы и др.) занимают темно-каштановые почвы различной мощности. В южной части (Александрово-Гайский, Новоузенский, отчасти Краснокутский, Питерский и Ровенский районы) распространены светло-каштановые почвы. По гранулометрическому составу почвы Саратовского Заволжья в основном тяжело- и среднесуглинистые (рис. 4.3).



Темно-каштановые тяжело- и среднесуглинистые почвы имеют благоприятные для орошаемого земледелия водно-физические свойства (табл. 4.1). Они характеризуются относительно низкой плотностью сложения, высокими значениями порозности верхних горизонтов (57% – в пахотном слое, 50% – в горизонте В), а также хорошей водоудерживающей способностью (НВ от 32,7% в слое А до 30,3% в слое В), но низкой водопроницаемостью: коэффициент впитывания тяжелосуглинистых почв равен 0,7 м, фильтрации – 0,25 м в сутки. Для среднесуглинистых почв эти показатели равны 0,6-1,3 и 0,14-0,26 м в сутки соответственно. Такие показатели еще раз подчеркивают необходимость соблюдения экологически обоснованных режимов орошения.

Таблица 4.1

#### Водно-физические свойства темно-каштановых почв

| Горизонт | Глубина, см | Плотность, г/см <sup>3</sup> |              | Максимальная гигроскопичность (от массы почвы), % | Влажность завядания (от массы почвы), % | Влагоемкость (от массы почвы), % |        |
|----------|-------------|------------------------------|--------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|--------|
|          |             | сложения                     | твердой фазы |                                                   |                                         | наименьшая                       | полная |
| А        | 0-25        | 1,14                         | 2,64         | 11,1                                              | 16,7                                    | 32,7                             | 52,1   |
| В        | 25-43       | 1,32                         |              | 11,4                                              | 17,1                                    | 30,3                             | 41,5   |
| ВС       | 43-78       | 1,47                         | 2,67         | 11,2                                              | 16,8                                    | 24,5                             | 34,0   |
| С        | >78         | 1,59                         | 2,68         | 11,4                                              | 17,1                                    | 20,9                             | 29,0   |

#### 4.2. Методика определения экологически безопасных оросительных норм кормовых культур

Водопотребление орошаемых культур обусловлено их биологическими особенностями, а также климатическими и погодными условиями.

В основу определения экологически безопасных оросительных норм сельскохозяйственных культур положены результаты многолетних полевых исследований по изучению биологической потребности растений в воде при применении рациональных дифференцированных режимов орошения.

Оросительные нормы культур для годов различной обеспеченности естественными осадками устанавливались путем расчета водопотребления за достаточные по продолжительности периоды прошедших лет и их статистического анализа. Приходные элементы водного баланса определялись ретроспективно по репрезентативным метеостанциям, а основной расходный элемент – суммарное водопотребление – по биоклиматической модели А.М. и С.М. Алпатьевых, усовершенствованной и адаптированной к местным условиям. При установлении экологически безопасных оросительных норм учитывались следующие факторы:

- биологические особенности возделываемой культуры;
- влияние уровня водообеспеченности на урожайность;
- климатические и погодные условия;
- гранулометрический состав орошаемых почв;
- гидрогеологические условия.

Для определения оросительных норм культур на основе расчета дефицитов водопотребления был применен следующий алгоритм:

1. Определяются календарные даты начала расчетов и наступления фенологических фаз по сумме среднесуточных температур воздуха. Датой начала расчетов является день, в котором среднесуточная температура воздуха больше или равна 5°C. Даты наступления фенофаз развития растений определяются по суммам среднесуточных температур воздуха, необходимых для прохождения фаз.

2. Определяется величина среднесуточного водопотребления по формуле

$$E_{\text{сут}} = K_{\phi} \cdot D_{\text{сут}},$$

где  $E_{\text{сут}}$  – суточное водопотребление, мм;

$K_{\phi}$  – пофазовый биоклиматический коэффициент, отражающий влияние на водопотребление двух факторов: биологических ритмов развития культур и дефицита влажности воздуха, мм/мб;

$D_{\text{сут}}$  – среднесуточный дефицит влажности воздуха, мб.

Для расчетов биоклиматических коэффициентов используется формула

$$K_{\phi} = K_{\phi} \cdot D_{\text{сут}} + C,$$

где  $K_{\phi} = -0,01$  при  $D_{\text{сут}}$  меньше 15 мб и  $K_{\phi} = -0,02$  в остальных случаях;

$C$  – константа, зависящая от культуры и фенофазы.

3. Определяется суммарное водопотребление ( $E_{\text{сум}}$ ) путем суммирования суточных величин ( $E_{\text{сут}}$ ) с нарастающим итогом;

4. Рассчитывается дефицит водопотребления культуры для глубокого залегания грунтовых вод по сокращенному уравнению водного баланса:

$$ДВП = E_{\text{сум}} - W_{\text{исх}} - P,$$

где  $ДВП$  – дефицит водопотребления культуры, мм;

$W_{\text{исх}}$  – исходные влагозапасы в почве, мм;

$P$  – сумма осадков за расчетный период, мм.

5. Для всех лет наблюдений по каждой культуре определяются ретроспективные ряды ДВП. Для этого рассчитанные дефициты водопотребления ранжируются в убывающем порядке и определяется процентная обеспеченность дефицита водного баланса (ДВБ) по формуле

$$P_{об} = \left( 1 - \frac{n - 0,3}{m + 0,4} \right) \cdot 100\%,$$

где  $P_{об}$  – обеспеченность дефицита водного баланса, %;

$n$  – порядковый номер величины в ряду;

$m$  – число величин в ряду.

6. Из ретроспективного ряда ДВБ делается выборка значений для 25, 50, 75 и 95% обеспеченности.

7. Назначаются сроки и нормы вегетационных поливов. Основой для назначения срока очередного полива является наличие активных запасов влаги в расчетном слое почвы. Они определяются по сокращенному уравнению водного баланса

$$W_{\text{к}} = W_{\text{н}} + P + M_{\text{нт}} - E_{\text{сут}},$$

где  $W_{\text{н}}$  и  $W_{\text{к}}$  – соответственно активные влагозапасы в расчетном слое почвы на начало и конец расчетного периода, мм;

$P$  – осадки за расчетный период, мм;

$M_{\text{нт}}$  – норма полива (нетто) за тот же период, мм;

$E_{\text{сут}}$  – расход влаги из почвы за расчетный период, мм.

Сроком начала проведения очередного вегетационного полива считается конец расчетного периода, в котором остаток активной влаги меньше суточного расхода.

8. Нормы вегетационных поливов рассчитываются по формуле

$$M_{нт} = W_{нв} - W_{пред},$$

где  $W_{нв}$  – запасы влаги в расчетном слое почвы при наименьшей влагоемкости, мм;

$W_{пред}$  – запасы влаги при заданном пороге предполивной влажности в расчетном слое почвы, мм.

Расчеты должны проводиться в течение всего поливного периода.

#### 4.3. Параметры дифференцированных режимов орошения сельскохозяйственных культур по предполивной влажности и расчетному слою почвы

Экологически обоснованные оросительные нормы были определены на основе затрат оросительной воды при поддержании рациональных дифференцированных режимов орошения для ведущих поливных культур, разработанных для условий сухостепной зоны Поволжья в результате многолетних исследований (табл. 4.2).

Таблица 4.2

##### Дифференцированные режимы орошения кормовых культур для сухостепной зоны Поволжья

| Культура       | Период роста<br>и развития | Расчетный<br>слой почвы,<br>см | Влажность расчетного слоя почвы гра-<br>нулометрического состава перед поли-<br>вом, % НВ |                        |                       |
|----------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
|                |                            |                                | тяжело-<br>суглинистый                                                                    | средне-<br>суглинистый | легкосуг-<br>линистый |
| Кормовая смесь | Всходы-ветвление           | 0-30                           | 75                                                                                        | 70                     | 70                    |
|                | Ветвление-<br>бутонизация  | 0-50                           |                                                                                           |                        |                       |
|                | Бутонизация-<br>цветение   | 0-80                           |                                                                                           |                        |                       |
|                | Цветение-начало<br>налива  |                                | 70                                                                                        | 65                     |                       |

Продолжение табл. 4.2

| Культура          | Период роста и развития                                   | Расчетный слой почвы, см | Влажность расчетного слоя почвы granulometric состава перед поливом, % НВ |                    |                  |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|
|                   |                                                           |                          | тяжело-суглинистый                                                        | средне-суглинистый | легкосуглинистый |
| Кукуруза на силос | Всходы-9 листьев                                          | 0-40                     | 75                                                                        | 70                 |                  |
|                   | 9 листьев-выметывание метелки                             | 0-60                     | 80                                                                        | 75                 | 70               |
|                   | Выметывание метелки-начало налива зерна                   | 0-80                     | 75                                                                        | 70                 |                  |
|                   | Налив-созревание зерна                                    |                          |                                                                           |                    | 65               |
| Люцерна           | Отрастание-ветвление 2 порядка                            | 0-50                     | 80                                                                        | 75                 | 70               |
|                   | Ветвление 2 порядка-бутонизация                           | 0-60                     | 75                                                                        | 70                 | 70               |
|                   | Бутонизация-цветение                                      | 0-80                     |                                                                           | 70                 | 65               |
| Соя               | Всходы-ветвление                                          | 0-30                     | 75                                                                        | 70                 | 70               |
|                   | Ветвление-бутонизация                                     | 0-50                     |                                                                           | 70                 |                  |
|                   | Бутонизация-цветение                                      | 0-80                     |                                                                           | 70                 |                  |
|                   | Цветение-начало налива                                    |                          | 70                                                                        | 65                 |                  |
|                   | Начало налива-молочная спелость бобов верхней трети узлов |                          |                                                                           | 80                 | 70               |

Смена фаз роста и развития поливных культур происходит по мере накопления сумм активных температур. Суммы температур, необходимые для прохождения основных периодов роста и развития рассматриваемых культур, были определены также на основе многолетних полевых экспериментов (табл. 4.3).

Таблица 4.3

**Суммы активных температур, необходимые  
для смены фаз роста и развития поливных культур**

| Культура                                                                | Фаза | Период роста и развития                                   | Сумма температур, °С |
|-------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------|----------------------|
| Кукуруза на зерно и силос                                               | 1    | Всходы-9 листьев                                          | 480                  |
|                                                                         | 2    | 9 листьев-выметывание метелки                             | 960                  |
|                                                                         | 3    | Выметывание метелки-начало налива зерна                   | 1260                 |
|                                                                         | 4    | Налив-созревание зерна                                    | 2070                 |
| Люцерна                                                                 | 1    | Отрастание-ветвление 2 порядка                            | 300                  |
|                                                                         | 2    | Ветвление 2 порядка-бутонизация                           | 600                  |
|                                                                         | 3    | Бутонизация – цветение                                    | 950                  |
| Соя                                                                     | 1    | Всходы-ветвление                                          | 830                  |
|                                                                         | 2    | Ветвление-бутонизация                                     | 950                  |
|                                                                         | 3    | Бутонизация-цветение                                      | 2050                 |
|                                                                         | 4    | Цветение-начало налива                                    | 2450                 |
|                                                                         | 5    | Начало налива-молочная спелость бобов верхней трети узлов | 2700                 |
| Кормовые смеси (50% сои и 50% сорго, суданской травы или подсолнечника) | 1    | Всходы-ветвление                                          | 830                  |
|                                                                         | 2    | Ветвление-бутонизация                                     | 950                  |
|                                                                         | 3    | Бутонизация-цветение                                      | 2050                 |
|                                                                         | 4    | Цветение-начало налива                                    | 2450                 |

#### **4.4. Рациональные экологически обоснованные оросительные нормы на планируемую урожайность кукурузы на силос, люцерны, сои и кормовых смесей**

Определение оросительных норм на планируемую урожайность проводилось с учетом различной водообеспеченности вегетационных периодов. В связи с этим были рассчитаны по многолетним рядам наблюдений годы дефицита водного баланса (ДВБ): 50% (среднесухой), 75 (сухой) и 95% (засушливый) обеспеченности влагой по всем рассматриваемым культурам и метеостанциям Саратовского

Заволжья (табл. 4.4). Оросительные нормы в зависимости от ДВБ на различные уровни планируемой урожайности определялись на основе математических зависимостей продуктивности поливных культур от водоподачи, установленных по данным многолетних полевых экспериментов (табл. 4.5-4.8).

Таблица 4.4

### Годы обеспеченности дефицита водного баланса

| Культура                                           | Год обеспеченности |      |      |
|----------------------------------------------------|--------------------|------|------|
|                                                    | 50%                | 75%  | 95%  |
| Энгельс (Центральная левобережная микроразона)     |                    |      |      |
| Кукуруза на силос                                  | 2021               | 2009 | 2022 |
| Люцерна                                            | 2020               | 2010 | 2016 |
| Соя                                                | 2012               | 2013 |      |
| Кормовые смеси                                     |                    |      |      |
| Ершов (Центральная левобережная микроразона)       |                    |      |      |
| Кукуруза на силос                                  | 2012               | 2007 | 2022 |
| Люцерна                                            | 2002               | 2011 | 2022 |
| Соя                                                | 2013               | 2005 | 2000 |
| Кормовые смеси                                     | 2007               |      |      |
| Маркс (Северная левобережная микроразона)          |                    |      |      |
| Кукуруза на силос                                  | 2017               | 2020 | 2000 |
| Люцерна                                            | 2011               | 2009 | 2022 |
| Соя                                                | 2013               | 2004 |      |
| Кормовые смеси                                     | 2017               | 2012 | 2015 |
| Красный Кут (Центральная левобережная микроразона) |                    |      |      |
| Кукуруза на силос                                  | 2012               | 2013 | 2015 |
| Люцерна                                            | 2015               | 2005 | 2009 |
| Соя                                                | 2006               | 2009 | 2000 |
| Кормовые смеси                                     | 2002               |      |      |
| Пугачев (Северная левобережная микроразона)        |                    |      |      |
| Кукуруза на силос                                  | 2009               | 2005 | 2016 |
| Люцерна                                            | 2017               | 2015 | 2011 |
| Соя                                                | 2008               | 2005 | 2000 |
| Кормовые смеси                                     | 2012               |      | 2009 |

Таблица 4.5

**Оросительные нормы на планируемую урожайность  
для кукурузы на силос**

| Микроразона              | Планируемая<br>урожайность зе-<br>леной массы, т/га | Оросительная норма<br>(на год обеспечения<br>ДВБ), м³/га |      |      |
|--------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------|------|
|                          |                                                     | 50%                                                      | 75%  | 95%  |
| Центральная левобережная | 40                                                  | 2750                                                     | 3400 | 4000 |
|                          | 50                                                  | 3000                                                     | 3700 | 4350 |
|                          | 60                                                  | 3150                                                     | 3900 | 4550 |
| Северная левобережная    | 40                                                  | 2000                                                     | 2600 | 3550 |
|                          | 45                                                  | 2150                                                     | 2800 | 3900 |
|                          | 55                                                  | 2250                                                     | 2950 | 4050 |
| Юго-восточная            | 40                                                  | 3300                                                     | 4000 | 4650 |
|                          | 50                                                  | 3600                                                     | 4400 | 5050 |
|                          | 60                                                  | 3800                                                     | 4600 | 5300 |

Таблица 4.6

**Оросительные нормы на планируемую урожайность  
для люцерны на сено**

| Микроразона              | Планируемая<br>урожайность<br>сена, т/га | Оросительная норма<br>(на год обеспечения ДВБ), м³/га |      |      |
|--------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------|------|
|                          |                                          | 50%                                                   | 75%  | 95%  |
| Центральная левобережная | 10                                       | 2900                                                  | 3400 | 4250 |
|                          | 11                                       | 3250                                                  | 3800 | 4800 |
|                          | 12                                       | 3600                                                  | 4250 | 5350 |
| Северная левобережная    | 10                                       | 2200                                                  | 2550 | 3550 |
|                          | 11                                       | 2500                                                  | 3100 | 4400 |
|                          | 12                                       | 3000                                                  | 3700 | 5100 |
| Юго-восточная            | 10                                       | 3300                                                  | 3900 | 4500 |
|                          | 11                                       | 3700                                                  | 4350 | 4950 |
|                          | 12                                       | 4200                                                  | 5000 | 5650 |

Таблица 4.7

**Оросительные нормы  
на планируемую урожайность для сои**

| Микрозона                | Планируемая урожайность зерна, т/га | Оросительная норма<br>(на год обеспеченности ДВБ), м³/га |      |      |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|------|------|
|                          |                                     | 50%                                                      | 75%  | 95%  |
| Центральная левобережная | 2,0                                 | 1800                                                     | 2200 | 2600 |
|                          | 2,5                                 | 2100                                                     | 2600 | 3050 |
|                          | 3,0                                 | 2900                                                     | 3600 | 4200 |
| Северная левобережная    | 2,0                                 | 1300                                                     | 1700 | 2300 |
|                          | 2,5                                 | 1500                                                     | 1950 | 2700 |
|                          | 3,0                                 | 2050                                                     | 2700 | 3750 |
| Юго-восточная            | 2,0                                 | 2150                                                     | 2650 | 3050 |
|                          | 2,5                                 | 2550                                                     | 3050 | 3550 |
|                          | 3,0                                 | 3500                                                     | 4250 | 4900 |

Таблица 4.8

**Оросительные нормы на планируемую урожайность  
для кормовых смесей сои (50%) и сорго, суданской травы  
или подсолнечника (50%)**

| Микрозона                | Планируемая урожайность зеленой массы, т/га | Оросительная норма<br>(на год обеспеченности ДВБ), м³/га |      |      |
|--------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------|------|
|                          |                                             | 50%                                                      | 75%  | 95%  |
| Центральная левобережная | 30                                          | 1100                                                     | 2300 | 2700 |
|                          | 35                                          | 1300                                                     | 2500 | 2850 |
|                          | 40                                          | 1700                                                     | 2700 | 3000 |
| Северная левобережная    | 30                                          | 1000                                                     | 1750 | 2400 |
|                          | 35                                          | 1250                                                     | 1900 | 2550 |
|                          | 40                                          | 1500                                                     | 2050 | 2650 |
| Юго-восточная            | 30                                          | 1350                                                     | 2700 | 3150 |
|                          | 35                                          | 1750                                                     | 2950 | 3300 |
|                          | 40                                          | 2100                                                     | 3200 | 3500 |

#### 4.5. Информационно-советующая система по управлению водным режимом орошаемых земель

Расчет оросительных норм полевых культур для климатических условий левобережных районов Саратовской области осуществляется с помощью информационно-советующей системы (ИСС) по управлению водным режимом орошаемых земель – ИСС «Режимы орошения», структурная схема которой приведена на рис. 4.4.

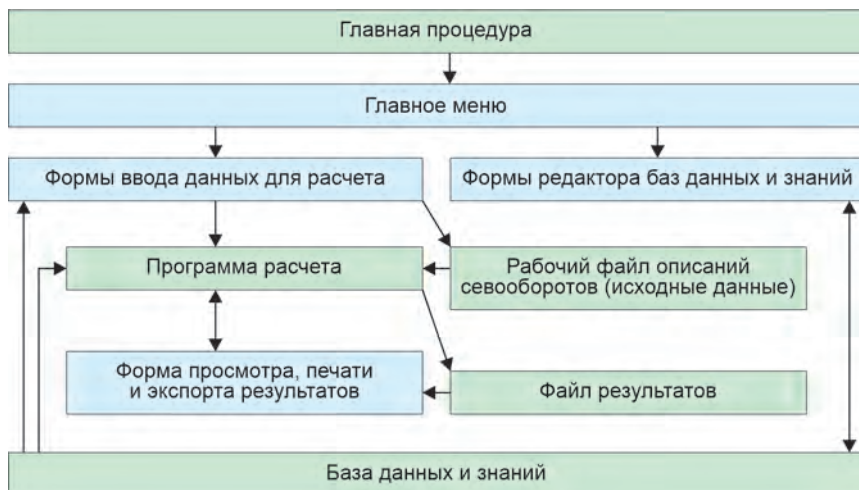


Рис. 4.4. Структура программно-информационного обеспечения ИСС «Режимы орошения»

Информационно-советующая система по управлению водным режимом орошаемых земель решает следующие основные задачи [41, 42]:

1. Расчет водопотребления сельскохозяйственных культур и оросительных норм в расчетном году на основе зависимостей водопотребления от природно-климатических условий.
2. Проектирование рациональных дифференцированных по предполивному порогу влажности почвы и глубине увлажняемого слоя режимов орошения для обоснованно выбранного года-аналога.

3. Сезонное и оперативное планирование внутрихозяйственного водопользования.

В программе применен метод определения агрометеорологических параметров по году-аналогу. Для этого в базу ИСС введены данные наблюдений метеостанций Саратовского Заволжья более чем за 30 лет, для которых рассчитан процент обеспеченности дефицита водного баланса. Выбор такого метода позволяет рассчитать как эксплуатационный режим орошения на конкретный год, так и проектный на год заданной обеспеченности водного баланса.

Данные для расчета режимов орошения вводятся с помощью специальной экранной формы (рис. 4.5).

**Ввод данных для расчета режима орошения**

№ севооборота: 1      № культуры: 6

Метеостанция:

Расчетный год:

Тип почвы:

|             |    |      |
|-------------|----|------|
| засушливый  | 95 | 1966 |
| сухой       | 75 | 1988 |
| среднесухой | 50 | 1962 |
| оставить    | 0  | 1962 |

Сельхозкультура:

Площадь, га:

**OK**

Рис. 4.5. Экранная форма ввода исходных данных

Правила определения сроков смены фаз роста и развития, формулы расчета водопотребления основных орошаемых культур, параметры дифференцированных режимов орошения для различных периодов (предполивной порог влажности, глубина расчетного слоя почвы, максимальная экологически допустимая поливная норма)

содержатся в базе знаний ИСС и доступны для корректировки квалифицированным пользователем.

В состав программно-информационного обеспечения входят главная процедура ИСС, программы расчета режимов орошения и планов водопользования, экранные формы ввода данных, просмотра и корректировки реляционных файлов нормативно-справочной информации и баз знаний, файлы описаний вывода результатов работы ИСС на принтер (отчеты).

Во время работы ИСС использует следующие реляционные файлы баз данных и знаний: файлы описаний используемых севооборотов, вывода промежуточных и окончательных результатов расчета, файл данных агрометеорологических наблюдений по метеостанциям Поволжья не менее чем за 30 лет, справочники основных типов почв региона; файл описаний дифференцированных режимов орошения полевых культур, файл данных по почвам и др.

---

## **5. ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОСМЕСЕЙ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ**

В Поволжье производится треть сельскохозяйственной продукции животноводства, в том числе 40% молока. Кормопроизводство является одной из важных отраслей сельхозпроизводства, её значимость определяется не только в обеспечении животноводства кормами, но и в решении многих задач по сохранению и повышению плодородия почв [43].

Система кормопроизводства каждого хозяйствующего субъекта агропромышленного комплекса должна развиваться с учетом особенностей производства в сельском хозяйстве, имеющих ресурсы и достижений научно-технического прогресса. В условиях сухостепной зоны Поволжья увеличения кормопроизводства возможно добиться только путем развития орошаемого земледелия. Практический опыт и научные исследования доказывают, что использование одновидовых посевов не может обеспечить животных достаточным количеством питательных веществ. Необходимо вводить в систему кормопроизводства на орошаемых землях многолетние многокомпонентные кормосмеси. В результате расширения орошаемых площадей под многолетние корма возникает необходимость разработки инновационных биотехнологий их возделывания в Поволжском регионе [44].

Резервом в повышении продуктивности кормовых посевов являются их видовой состав и применение инновационных биотехнологий: орошение омагниченной водой и внесение микроудобрений. Введение бобового компонента в кормосмеси определяет качество кормов и количество белка [45-48].

Перспективным методом обогащения кормов белком является выращивание многокомпонентных кормосмесей (козлятник восточный, кострец безостый, ежа сборная и тимофеевка луговая),

в состав которых входит 25% бобовой культуры, обеспечивающей сбалансированность корма по белку [45].

Инновационная ресурсосберегающая технология возделывания многолетних многокомпонентных кормосмесей обеспечивает урожайность более 50 т/га зеленой массы с содержанием протеина не менее 100 г в 1 корм. ед.

### **5.1. Особенности формирования двух- и четырехвидовых посевов с козлятником восточным и злаковыми травами**

Особенностью формирования двух- и четырехвидовых посевов с козлятником восточным и злаковыми травами является их уникальность в отношении экономии энергии.

При возделывании многолетних кормосмесей резко сокращаются затраты на обработку, так как она проводится один раз в три года и на меньшую глубину, что позволяет восстановить структуру почвы и ее подпахотных горизонтов. Благодаря образованию дернины повышается устойчивость почвы к вертикальным нагрузкам, под многолетними травами почва отдыхает, ее подпахотный горизонт разуплотняется, приобретая равновесную естественную плотность; применение орошения является гарантом для получения стабильно высоких урожаев независимо от климатических условий произрастания [49].

Многокомпонентные кормосмеси с козлятником являются прекрасными предшественниками для последующих культур севооборота. Двухкомпонентные (козлятник и кострец) и четырехкомпонентные (козлятник, кострец, ежа и тимофеевка) кормосмеси восстанавливают структуру почвы и способствуют воспроизводству плодородия орошаемых земель.

Козлятник в составе кормосмеси является своеобразным средством перевода фосфора, калия, кальция и других органогенных элементов из геологического цикла в биогеохимический круговорот, способствует ускорению круговорота веществ в природе, интенсификации продукционного процесса в агроэкосистемах, превращая

недоступные питательные минеральные вещества в усвояемые для злаковых компонентов кормосмеси [50].

Разработанный состав многолетних травосмесей:

- двухкомпонентная кормосмесь (козлятник восточный и коострец безостый) в пропорции 50% бобовой культуры с густотой стояния растений 2,8 млн шт/га и 50% злаковой культуры с густотой стояния растений 2,8 млн шт/га;

- четырехкомпонентная кормосмесь (козлятник восточный, коострец безостый, ежа сборная и тимофеевка луговая) в пропорции 25% бобовой культуры с густотой стояния растений 1,4 млн шт/га и 75% злаковых культур с густотой стояния 4,2 млн шт/га.

Агроприемы, применяемые при производстве многокомпонентных кормосмесей, поддерживают и повышают эффективность плодородия угодий [51, 52].

Севооборот является регулятором поступления в почву растительных остатков, их разложения и образования гумусовых веществ, определяет ёмкость и интенсивность малого биологического круговорота их. На орошаемых землях наиболее эффективным и легко внедряемым является четырехпольный севооборот с чередованием культур (озимая пшеница, соя, гречиха и многолетняя многокомпонентная бобово-злаковая кормосмесь), что способствует лучшему использованию орошаемой пашни (рис. 5.1).



*Рис. 5.1. Начало вегетации двухкомпонентной кормосмеси (козлятник восточный и коострец безостый) восьмого года использования*

Главное в севооборотах – строгое чередование бедных азотом (зерновых) культур с биомассой, обогащенной азотом (бобовые, свекла, кукуруза и др.). Недопустимо длительное последовательное возделывание культур с однотипной корневой системой. В севообороте целесообразно иметь культуры, относящиеся к различным семействам (бобовые, злаковые, крестоцветные и др.). Изменение структуры севооборота должно осуществляться на основе замены родственными группами культур [53, 54].

Севообороты на орошаемых землях обеспечивают производительное использование водных, трудовых и технических ресурсов, способствуют повышению плодородия почв и восстановлению деградированных земель.

## **5.2. Инновационная ресурсосберегающая технология производства высокобелковых кормов на орошаемых землях на основе создания агроценоза бобово-злаковых трав длительного пользования**

На землях с орошением инновационная ресурсосберегающая технология производства высокобелковых кормов на основе создания агроценоза бобово-злаковых трав длительного пользования обеспечивает экономическую эффективность их производства за счет роста урожайности в 2-3 раза по сравнению с неполивными землями. Возделывание кормовых культур в составе севооборота позволяет обеспечить максимальный выход высокоэнергетических и высокобелковых кормов, при этом поддерживать на оптимальном уровне плодородия агрофизические свойства орошаемой пашни.

**Подготовка почвы.** Своевременно проведенная на оптимальную глубину основная и предпосевная обработки почвы – важнейшее агротехническое средство для получения высоких и устойчивых урожаев зеленой массы многолетнего многокомпонентного агроценоза. Способы и глубина обработки почвы зависят от многих факторов, прежде всего от зональных, климатических и почвенных условий, а также предшествующих культур в севообороте [54, 55].

Подготовка почвы при возделывании кормосмесей включает в себя основную и предпосевную обработки почвы. Лушение стерни проводится на глубину 6-8 см, а на полях, засоренных корнеотпрысковыми сорняками, проводится дополнительное лемешное или дисковое лушение на глубину 8-10 см не позже чем за 15 дней до проведения вспашки.

Отвальную вспашку с предплужником проводят на глубину пахотного слоя 25-27 см, что обеспечивает полную заделку пожнивных остатков.

Культивация должна проводиться поперек или под углом к направлению вспашки. Все сорные растения должны быть срезаны. Предпосевная культивация проводится непосредственно перед посевом.

При засоренности однолетними сорняками (овсюг, мышей сизый, дурнишник) почву обрабатывают дисковыми луцильниками на глубину 6-8 см. При засоренности многолетними корнеотпрысковыми сорняками (пырей ползучий, осот, молокан) – лемешными орудиями со снятыми отвалами на глубину 10-14 см или плоскорезами на глубину 14-16 см. На полях, засоренных многолетними корнеотпрысковыми сорняками, почву обрабатывают двукратно луцильниками: первый раз – после уборки предшественника дисковыми луцильниками на глубину 6-8 см, второй – через две-три недели дисковыми или лемешными орудиями на глубину 12-14 см.

Зяблевую вспашку на орошаемых землях проводят на глубину 27-32 см плугами ПН-5-35, КПП-2-150, КПШ-9 в агрегате с трактором К-701 или МТЗ-1221.

На склоновых участках зябь пахут поперек склона, что предотвращает почву от размыва и выдувания. Вспашку зяби, засоренной корнеотпрысковыми сорняками, целесообразно перенести на более поздний срок (конец сентября-начало октября) после уборки предшествующей культуры, когда снижается температура воздуха, повышается относительная влажность воздуха, почва насыщается влагой и хорошо крошится при вспашке. В этот период основная масса семян находится в слое 0-10 см. Чтобы их глубже запахать, тем самым снизить всхожесть и засоренность посевов, зябь пахут плугами с предплужниками на глубину 27-30 см. При этом семена сорняков,

попадая в низ борозды на глубину до 30 см, почти не прорастают, многие из них погибают. По сравнению с обычной обработкой зяби улучшенная технология вспашки на глубину 27-30 см увеличивает запасы влаги в слое 0-100 см и позволяет снизить засорённость полей.

В настоящее время в Поволжье основную безотвальную обработку почвы при орошении проводят новыми орудиями – плоскорезами ПРНС-5-55 и ПРНС-7-55 с трактором Т-150 или МТЗ-1221. При данной обработке создается более рыхлый слой почвы, снижается ее объёмная масса, улучшается воздухообмен и увеличивается водопроницаемость. Производительность по сравнению с аналогами увеличивается за счет конструкции и исключения оборота пласта.

Перед весенним севом многолетней многокомпонентной кормосмеси в зиму почву оставляют в глыбистом состоянии, что способствует накоплению влаги, удерживанию талых вод, верхний слой почвы не заливается, слабее уплотняется и не теряет структуру.

Весной подготовку поля начинают с закрытия влаги по мере поспевания почвы – проводят боронование, применяя БЗСС-1,0 в агрегате с МТЗ-1221. Предпосевную культивацию целесообразно проводить перед севом многокомпонентной кормосмеси культиваторами КШ-4 в агрегате с ДТ-75М с бритвенными рабочими органами, которые лучше подрезают сорные растения, не переворачивая верхний слой почвы. Предпосевная обработка должна обеспечить заделку пожнивных остатков и удобрений, сохранение и накопление влаги осенне-зимних осадков и выравнивание почвы.

При сильном засорении поля многолетними корневищными и корнеотпрысковыми сорняками до вспашки проводится обработка почвенными гербицидами. Если отрастание сорняков задерживается, следует дать провокационный полив нормой 250-300 м<sup>3</sup>/га до внесения гербицидов.

Биологически оптимальные сроки сева наступают при среднесуточной температуре воздуха +14-16°C.

Подготовка почвы при возделывании многолетних кормосмесей включает в себя основную и предпосевную обработки почвы

в год сева. В течение дальнейшего использования этих посевов проводятся только боронование и подсев выпавших компонентов бобово-злакового агроценоза. Основой продуктивности кормосмеси является дифференцированное орошение [54, 56].

Норма высева семян двухкомпонентного многолетнего бобово-злакового агроценоза при 50% козлятника восточного и 50% костреца безостого должна составлять 2,7 млн шт. всхожих семян козлятника и 2,9 млн шт. всхожих семян костреца на 1 га. В четырехкомпонентной кормосмеси при норме высева по 25% козлятника, костреца, ежи и тимopheевки густота стояния растений должна быть 1,4 млн шт. на 1 га каждого компонента соответственно.

**Оптимальный пищевой режим.** При разработке рекомендаций по повышению продуктивности кормосмесей на мелиорированных землях с использованием инновационных биотехнологических приемов возделывания для Поволжского региона учитывался следующий принцип: на бедных почвах размещать бобовые многолетние травы и животноводческое производство.

В течение вегетации кормосмеси при недостаточных запасах в почве подвижных форм питательных элементов требуется внесение минеральных удобрений при обязательной активизации биологической азотфиксации бактериальными удобрениями [57].

Научно обоснованные системы земледелия в Поволжье на протяжении многих лет ориентировали орошаемое земледелие на применение минеральных удобрений. Но системы, основанные на использовании минеральных форм удобрений, не могут обеспечить сохранение и тем более расширенное воспроизводство почвенного плодородия. Использование только органических удобрений обязательно повлечет за собой снижение урожайности культур и продуктивности орошаемой пашни. Система удобрений в смысле использования в полях севооборота органических и минеральных форм удобрений должна быть комплексной (органоминеральной) [58, 59, 60].

На сохранение экологического равновесия на орошаемых полях большое влияние оказывают такие свойства минеральных удобрений, как их способность изменять реакцию почвенного раствора, вызывать засоление, а также содержание в их балласте вредных ве-

ществ, в первую очередь тяжелых металлов. Поэтому применение тех или иных видов минеральных удобрений должно быть дифференцированным. При нежелательном, например подкислении почвенного раствора, необходимо применять неподкисляющие удобрения или в случае их отсутствия использовать нейтрализующие вещества. При опасности загрязнения почвы тяжелыми металлами выше ПДК следует отказаться от удобрений, содержащих их в своем составе. Из минеральных форм на орошаемых землях целесообразно широко использовать как твердые удобрения, так и жидкие. Ассортимент минеральных удобрений для удовлетворения потребностей различных полевых культур и использования на разнообразных по своим свойствам орошаемых почвах Поволжья явно недостаточен, устарел и нуждается в существенном изменении. Использование навоза ограничено его производством в орошаемых хозяйствах и экономической целесообразностью внесения на полях, сильно удаленных от навозохранилищ.

Нормы удобрений – важнейшая количественная характеристика, от правильной экспериментальной обоснованности которой зависит успешное решение стоящих перед системой удобрений задач. Они должны обеспечивать растения полевых культур доступными элементами питания в количествах, необходимых для формирования продуктивности посевов заданного уровня и качества продукции растениеводства. Не менее важно, чтобы нормы удобрений обеспечивали сохранение и расширение воспроизводства почвенного плодородия, а также его выравнивание на уровне оптимальных значений [61, 62].

Для сохранения плодородия почв Поволжья и его выравнивания на уровне оптимальных значений, учитывая поступление элементов питания с пожнивно-корневыми остатками и вследствие вносимых в севообороте органических удобрений, дозы удобрений под полевые орошаемые культуры должны быть следующими (табл. 5.1).

Дозы азотных удобрений при низкой степени обеспеченности почв азотом должны возмещать вынос 90-100%, средней – 80-90, высокой и очень высокой – 60-80%.

Таблица 5.1

**Рекомендуемые нормы внесения минеральных удобрений  
на орошаемых землях Поволжья [27, 39]**

| Культура                                    | Планируемая урожайность основной продукции, т/га | Средние расчетные дозы удобрений, кг/га |                               |                  | Возможные отклонения в дозах удобрений, кг/га |                               |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|
|                                             |                                                  | N                                       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N                                             | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| Кукуруза (зеленая масса)                    | 60-70                                            | 150                                     | 90                            |                  | 90-180                                        | 60-120                        |
| Соя (зеленая масса)                         | 10-20                                            | 60                                      | 90                            | 60               | 30-90                                         |                               |
| Люцерна (за три года жизни, сено)           | 25-30                                            |                                         | 180                           | 90               | 30-60                                         | 90-180                        |
| Викоовсяная смесь (зеленая масса)           | 35-40                                            | 90                                      | 60                            | 60               | 60-120                                        | 30-90                         |
| Подсолнечно-гороховая смесь (зеленая масса) | 40-45                                            | 120                                     |                               |                  | 90-120                                        |                               |
| Озимая рожь на зеленый корм (зеленая масса) | 30-40                                            | 90                                      |                               | -                | 60-120                                        | 30-60                         |
| Суданка (зеленая масса)                     | 50-60                                            | 150                                     |                               | -                | 90-150                                        | 30-90                         |
| Культурные пастбища (зеленая масса)         | 50-60                                            | 120                                     | 90                            | 120              | 120-150                                       | 60-120                        |
| Лиманные луга (сено)                        | 3-4                                              | 90                                      | 60                            | -                | 60-120                                        | 30-90                         |

Дозы фосфорных удобрений при низкой степени обеспеченности подвижным фосфором должны составлять 150%, средней – 125-150, достаточной – 100-125, высокой – 95-100, при очень высокой – 50-75% его выноса с планируемым урожаем.

Дозы калийных удобрений при низкой степени обеспеченности почв подвижным калием – 120-125%, средней – 100-125, достаточной – 60-100, высокой – 40-60 и очень высокой – 20-40% выноса этого элемента планируемым урожаем.

Доза удобрений, обеспечивающая формирование планируемого уровня урожайности и качества продукции исходя из закономерностей потребления элементов питания, вносится в сроки, соответствующие началу максимального периода их потребления. Продуктивность биомассы, ее питательная ценность зависят от вида органических и минеральных удобрений, вносимых в течение вегетации, сроков уборки и др. [63, 64].

Органические удобрения вносятся под основную обработку почвы.

Из свойств минеральных удобрений на кратность внесения в наибольшей степени влияет их растворимость. На почвах легкого гранулометрического состава возрастает необходимость дробного внесения, особенно легкорастворимых форм.

Из минеральных удобрений при использовании твердых форм под основную обработку почвы полностью вносятся фосфорные и чаще всего калийные. Из общей дозы азотных удобрений под основную обработку вносятся 50 или 75%, остальная их часть используется для проведения подкормок в течение вегетации, цель которых – повышение качества продукции и снижение загрязнения почвы, грунтовых вод и водных источников.

Естественно, что при увеличении кратности внесения удобрений возрастают затраты, которые выступают одним из факторов, ограничивающих число внесений. К ним относятся также и способы внесения. При использовании наземных разбрасывателей внесение удобрений ограничивается только периодом, когда поле не занято посевом культур или когда их продвижение по полю с вегетирующими растениями не наносит последним заметного вреда. При фертигации эта проблема полностью снимается – с поливной водой можно вносить удобрения в течение всей вегетации. Уровень урожайности и его качество (с учетом их снижения при бессменном возделывании культур) могут быть достигнуты в основном с помощью использования минеральных удобрений. Сохранение почвенного плодородия и экологического состояния орошаемых земель в благоприятных для растений условиях требует более значительного использования органических удобрений [39, 65].

Многokrатно возрастающая роль органических удобрений и прежде всего высококачественного навоза в системе удобрений связана с тем, что при бессменном возделывании зерновых культур потери гумуса из почвы значительно больше, чем в севообороте.

Кроме того, на всех бессменных посевах отмечена токсичность почвы. Основной путь её ликвидации – повышение биогенности почвы, которой в малопольных севооборотах можно добиться введением бобовых культур, чередованием культур и применением органических удобрений, а в бессменных посевах – применением органических удобрений, в том числе сидеральных.

Интервал оптимальных значений содержания гумуса соответствует условиям, при которых в интенсивном земледелии создаются предпосылки максимального использования естественных и дополнительных ресурсов влаги и элементов минерального питания NPK, получения качественной продукции, устойчивости ведения земледелия и сопротивления почв деградационным процессам. Верхняя граница оптимальности обусловлена рентабельностью затрат на повышение содержания и изменения состава гумуса.

По принятой оценке нижний порог оптимального содержания гумуса для черноземов на 1,0-1,5% выше критических значений, а для каштановых почв – на 0,6-0,8%. Технологический аспект регулирования гумусового состояния почв предопределяется в основном двумя направлениями: увеличением поступления в почву свежего органического вещества (пожнивнo-корневых остатков, навоза и запахивания сидератов) и применением агроприемов, уменьшающих минерализацию гумуса и повышающих гумификацию растительных остатков и навоза, предупреждающих поверхностный смыв (эрозию) [39].

Возможность применения минимальных обработок как одного из способов по снижению минерализации гумуса при существующей структуре посевов на орошаемых землях и резко возросшей стоимости химических средств по борьбе с сорняками крайне ограничена.

Основными параметрами, регулирующими гумусовое состояние почв, являются:

- поддержание необходимого уровня продуктивности, с которым связан объем корневых пожнивных остатков, путем восполнения выноса биогенных элементов питания;

- рациональная структура севооборота, минимизирующая как отчуждаемый объем биомассы, так и интенсивность минерализации гумуса;

- внесение необходимых доз органических удобрений.

Для восстановления и последующего повышения плодородия орошаемых земель, необходимого для экологической устойчивости агроценозов, требуются разработка и осуществление комплекса сбалансированных между собой мелиоративных мероприятий, реализация которых послужит основой рационального природопользования и экологического благополучия орошаемых земель.

Совместное сбалансированное применение биологических методов может быть хорошим подспорьем агротехнологии и инженерным приемам улучшения мелиоративного состояния низкоплодородных орошаемых почв.

Приоритетным направлением сохранения и увеличения плодородия черноземов является оптимизация их агрофизических свойств, водно-воздушного и пищевого режимов. В почве должен быть создан бездефицитный баланс основных структурообразующих компонентов – гумуса и кальция. Определяющими факторами в данном случае становятся система обработки почв, набор культур, дозы органических и минеральных удобрений. При орошении на первый план выдвигается задача поддержания в почвенном поглощающем комплексе черноземов оптимального соотношения катионов. Именно поэтому черноземы более чувствительны к качеству оросительной воды [39, 66, 67] по сравнению с темно-каштановыми почвами.

Одним из основных положений расширенного воспроизводства плодородия почв является оптимизация физических свойств. Для этого рекомендуется периодическое внесение больших доз свежего органического вещества с равномерным перемешиванием в пахотном слое. Вся побочная продукция растениеводства, включая солому, должна возвращаться в почву. Наилучшим органическим удобрением служит навоз.

Мелкая соломенная сечка способствует улучшению аэрации почвы. Зеленые удобрения, любые виды компостов являются ценными источниками органического вещества. Органическое вещество улучшает не только физические свойства почвы, но и газовый и биологический режимы, ионообменную поглощательную способность, условия минерального питания растений.

В почве должны содержаться определенные вещества, прежде всего насыщенные кальцием и свежееобразованные гумусовые кислоты, так называемый активный гумус. Поэтому необходимо периодически вносить в почву свежие органические вещества [68, 69].

Для обеспечения устойчивости почвенной структуры необходимо поддерживать кальциевый резерв почвы, так как только насыщенное кальцием органическое вещество дает устойчивую структуру. В качестве универсальных структурообразователей-биомелиорантов рекомендуется широко использовать в севообороте сеяные травы, особенно бобовые.

Дефицит гумуса должен быть восполнен за счет повышения урожайности сельскохозяйственных культур; использования посевов многолетних трав, эффективных приемов обработки почвы, рационального использования навоза и других органических удобрений, посева пожнивных и промежуточных культур, сидератов.

Основные принципы биологического земледелия сводятся к поддержанию положительного баланса гумуса и азота в почвах путем посева бобовых растений, в том числе многолетних трав, не менее чем на 20-40% пашни, широкому применению промежуточных посевов различных культур в качестве сидератов, отказу от минеральных удобрений (за редким исключением). Для поддержания баланса органического вещества в почву вносятся полуперепревший навоз, навозная жижа после отстоя, различные компосты, полуперепревшие древесные опилки, солома, стеблевые остатки, биогумус и др.

Таким образом, повышение плодородия почв путем удовлетворения потребности растений в элементах питания для получения экономически целесообразного уровня урожайности, планируемого хозяйством, должно стать основой стратегии использования удобрений при их дефиците, что заключается в следующем:

- при дефиците минеральных удобрений их следует вносить требуемой нормой на ограниченной площади, прежде всего под культуры, обеспечивающие наибольшую их окупаемость (озимая пшеница, кукуруза на силос и зерно), а не рассредоточивать их по всей орошаемой пашне;

- минеральные удобрения нецелесообразно вносить на полях с очень низкой обеспеченностью почвы элементами питания, так как получить на них высокий урожай даже при значительных прибавках от удобрений невозможно;

- минеральные удобрения можно не вносить на полях с высоким и очень высоким эффективным плодородием, где высокая урожайность может быть получена за счет резервов почвы, но при этом надо вести контроль над изменением в ней содержания питательных веществ, чтобы не допустить чрезмерного ее истощения;

- на полях, где по уровню эффективного плодородия требуется применение минеральных удобрений, они должны в первую очередь вноситься под культуры, обеспечивающие наибольшую их окупаемость;

- при возделывании культур в прифермских севооборотах их потребность в питательных веществах можно удовлетворять внесением навоза, однако при возникновении азотного голодания следует проводить азотные подкормки;

- особенно желательно внесение навоза на старопахотных орошаемых участках с пониженным содержанием доступных форм фосфора и калия, обеспечивающее наибольшую их окупаемость.

Оптимальное содержание элементов питания в почве для поддержания продуктивности угодий должно находиться в следующих пределах: азот – 45 мг, фосфор – 70, калий – 25 мг на 1 кг почвы. Опирается следует на общий баланс азота в почве, который определяется долей бобовых в структуре посевных площадей. Азот многолетней многокомпонентной кормосмесью в первый год её использования расходуется на 25%, в последующие годы – на 15 [39].

Проблема азота является важнейшей в земледелии. Содержание доступного азота в почве сухостепной зоны Поволжья недостаточно, а содержание подвижного фосфора в почвах Левобережья достаточно, поэтому по содержанию фосфора они относятся

к группе богатых (на долю активных фосфатов приходится до 5,5 мг на 100 г почвы). Запасы калия большие и достигают до 37 мг на 100 г почвы.

Диагностируя содержание NPK, можно без внесения удобрений в течение определённого времени возделывать и получать высокие урожаи зеленой массы как первого, так и второго укоса. Для этого необходимо проводить обработки микроудобрениями, в состав которых входят жизненно необходимые микроэлементы (Si, Zn, Cu, Mg, B, Mn, Mo, Co). Это позволяет создавать благоприятный для растений кормовых культур пищевой режим и обеспечивает экономию минеральных удобрений.

Для получения урожаев зеленой массы большое значение имеет создание наиболее оптимальных условий, при которых удовлетворяются потребности растений в питательных веществах. Это достигается выбором лучшего предшественника, внесением удобрений, подбором компонентов и посевом с оптимальной густотой стояния.

Как видно из табл. 5.1, распределение основных элементов питания не было однородным. Поэтому расчет доз внесения азота, фосфора и калия на планируемый урожай проводился под каждую кормосмесь индивидуально, что позволило создать благоприятный для растений кормовых культур пищевой режим и обеспечило экономии минеральных удобрений.

Обязательным является применение бактериальных удобрений с азотофиксирующими бактериями (ризоторфина и мизорина), способствующих образованию на корнях козлятника клубеньков с бактериями, которые обеспечивают фиксацию азота из воздуха.

Обработку семян козлятника биопрепаратами с азотофиксирующими бактериями проводят в день посева, используя протравительные машины, с добавлением в рабочий раствор прилипателей для фиксации препарата и микроэлемента молибдена.

Расчет доз внесения минеральных удобрений проводится расчетным методом с использованием результатов агрохимического анализа почвы на основе прогнозного ротационного баланса и уровня эффективного плодородия пашни на планируемый уровень урожайности кормосмеси.

На почвах со средней степенью обеспеченности элементами пи-

тания для получения урожая биомассы не менее 320 ц/га необходимо внести  $N_{45}P_{90}K_{30}$ .

Фосфорные и калийные удобрения вносят осенью после предшественника под основную обработку почвы благодаря их хорошей закрепляемости и отсутствию потерь. Азот можно вносить осенью в виде мочевины. Аммиачную селитру, содержащую азот в легкоподвижной форме, целесообразно применять в весенне-летний период под предпосевную обработку почвы или с поливной водой. Воспроизводство плодородия предусматривает устранение негативных процессов, вызываемых в почве при возделывании кормосмесей, которое заключается в возвращении в почву элементов питания, влаги и органического вещества [39].

При применении микроудобрения, в состав которого входят кремний и жизненно необходимые микроэлементы в доступной для растения форме (кремний – 50%, железо – 6, медь – 1, цинк – 0,5%), обеспеченность элементами питания соответствует требуемой для эффективного продуцирования в течение вегетации кормосмеси.

**Режим орошения. Требования при назначении сроков и норм полива.** Режим орошения на посевах многокомпонентных кормосмесей в сложных и разнообразных климатических условиях Поволжья должен обеспечить не только получение высоких урожаев, но и сохранить благоприятное мелиоративное состояние агроландшафта [70, 71].

Темно-каштановые почвы обладают высокой влагоемкостью и способны удерживать в корнеобитаемом слое в среднем 150-200 мм активной влаги сверх «мертвого» запаса [39].

В посевах многокомпонентных кормосмесей основной урожаеобразующей культурой, а также белковым донором является козлятник. Поэтому при разработке режима орошения эта культура должна находиться в наиболее благоприятных условиях [72].

Коэффициенты водопотребления многокомпонентными кормосмесями приведены в табл. 5.2.

Применение инновационной ресурсосберегающей технологии с дифференцированием режима орошения омагниченной водой приводит к подаче на орошаемое поле в срок назначенных норм поливов, что улучшает эколого-мелиоративное состояние орошаемых

земель, значительно снижает расходы воды на создание единицы растениеводческой продукции и приводит к повышению коэффициентов водопотребления и эффективности использования оросительной воды.

Таблица 5.2

**Коэффициенты водопотребления и эффективности использования оросительной воды на посевах кормосмесей**

| Кормосмесь                                                                   | Урожай-<br>ность зеле-<br>ной массы,<br>т/га | Суммарное<br>испарение,<br>м³/га | Ороси-<br>тельная<br>норма,<br>м³/га | Коэффициенты, м³/т   |                                              |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------|
|                                                                              |                                              |                                  |                                      | водопот-<br>ребления | использо-<br>вания оро-<br>сительной<br>воды |
| Первый год использования                                                     |                                              |                                  |                                      |                      |                                              |
| Двухкомпо-<br>нентная (козлят-<br>ник и кострец)                             | 44,20                                        | 3020,9                           | 850                                  | 68,3                 | 19,2                                         |
| Четырехкомпо-<br>нентная (козлят-<br>ник, кострец, ежа<br>и тимофеевка)      | 52,83                                        |                                  |                                      | 57,2                 | 16,1                                         |
| Третий год использования                                                     |                                              |                                  |                                      |                      |                                              |
| Двухкомпонен-<br>тная (козлятник<br>и кострец)                               | 87,60                                        | 3020,9                           | 850                                  | 34,5                 | 9,7                                          |
| Четырехком-<br>понентная (коз-<br>лятник, кострец,<br>ежа и тимофе-<br>евка) | 102,80                                       |                                  |                                      | 29,4                 | 8,3                                          |

Показатели по эффективности использования оросительной воды свидетельствуют о продуктивном её расходовании на посевах первого года как двух-, так и четырехкомпонентной многолетней кормосмеси – 68,3 и 57,2 м<sup>3</sup>/га соответственно. На посевах третьего года отмечается наиболее эффективное использование оросительной воды: двухкомпонентной кормосмеси – 34,5, четырехкомпонентной – 29,4 м<sup>3</sup>/т.

На посевах кормосмеси каждый вегетационный период одновременно с наблюдениями за влажностью почвы проводился расчет влагозапасов в расчетном слое почвы и вычислялись оптимальные сроки и нормы поливов по влагообеспеченности влаголюбивой культуры (козлятник восточный) – злаковые компоненты кормосмеси менее влаголюбивы, но отзывчивы на орошение (табл. 5.3).

Таблица 5.3

**Оптимальные вегетационные поливы на посевах  
многолетней многокомпонентной кормосмеси  
первого года использования**

| Полив                      | Период развития<br>козлятника восточного | Поливная норма,<br>м³/га | Месяц<br>полива |
|----------------------------|------------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| 1                          | Ветвление                                | 150                      | Май             |
| 2                          | Бутонизация до первого укоса             | 250                      | Июль            |
| 3                          | Отрастание отавы                         | 150                      |                 |
| 4                          | Бутонизация до второго укоса             |                          | Август          |
| Оросительная норма (всего) |                                          | 850                      | х               |

По мере роста и развития растений в результате расхода влаги на физическое испарение и транспирацию происходит снижение влагозапасов почвы. Важно проведение полива в фазе бутонизации козлятника восточного нормой 250 м<sup>3</sup>/га, что обеспечивает увеличение влажности почвы до 80% НВ. Второй вегетационный полив обычно проводят для отрастания отавы и в фазе второй бутонизации козлятника восточного нормами 150 м<sup>3</sup>/га. Оросительные нормы для условий засушливого, умеренного и влажного года составляют 2700-3000, 2300-2700 и 800-1300 м<sup>3</sup>/га соответственно. Оптимальные условия увлажнения посевов многолетней многокомпонентной кормосмеси создаются при поддержании нижней границы предполивной влажности 70% НВ. Водопотребление посевов существенно варьирует по периодам роста, развития растений и зависимости от влагообеспеченности: от 150 в начальный до 500 м<sup>3</sup>/га в конечный периоды вегетации. Осенние влагозарядковые поливы на посевах кормосмеси нецелесообразны. Следует проводить только весенние поливы нормой не более 150-300 м<sup>3</sup>/га при сильном дефиците вла-

ги в слое 0-30 см, возникшем вследствие недостатка зимних осадков и ранневесенней засухи.

В первый период роста и развития кормосмеси (всходы-ветвление) вегетационные поливы назначают при снижении влажности 50-сантиметрового слоя почвы до 70% НВ. Во второй период роста (ветвление-бутонизация) козлятника восточного предполивная влажность почвы не должна опускаться ниже 80% НВ в слое 0-80 см. В третий период поливают при 70% от НВ.

Количество растений козлятника и костреца в зеленой массе двухкомпонентной кормосмеси, сбалансированной по белку, должно составлять по 50% каждой культуры (1:1), а в четырехкомпонентной (козлятник, кострец, ежа и тимopheевка) – по 25% каждого компонента (1:1:1:1). Первый укос проводится в фазе бутонизации козлятника восточного, когда кормовая зеленая масса содержит высокий выход кормовых единиц и оптимальную влажность надземной массы. Перед уборкой технические агрегаты регулируют на длину резки листостебельной массы – 10-30 мм.

Биологический урожай зеленой массы варьирует в зависимости от густоты травостоя, способа размещения, видового состава и года



использования кормосмеси, нередко достигая 85 т/га и более (рис. 5.2, 5.3). За счет отавы обеспечивается дополнительный сбор продукции в среднем до 10 т зеленой массы с 1 га.

Вегетационный период многокомпонентной травосмеси в среднем составляет 92 дня.

Сумма активных температур за вегетацию – 1715,6°C. Наибольшее количество биоэнергетических ресурсов используется

*Рис. 5.2. Многолетняя двухкомпонентная кормосмесь (козлятник и кострец)*

до первого укоса. Применение дифференцированного по фазам роста и развития кормовых культур режима орошения обеспечило получение планируемого урожая зеленой массы с меньшими затратами воды на создание единицы продукции.

**Уход за посевами.** Возделывание многолетней многокомпонентной кормосмеси позволяет улучшить и стабилизировать плодородие почв. Введение в севооборот только одного поля кормосмеси уже приводит к стабилизации плодородия и восстанавливает их плодородный баланс.

Смешанные посевы дают более высокие и устойчивые урожаи зеленой массы и сена по годам и укосам, в среднем на 14,4% превышая продуктивность одновидовых однолетних посевов. Преимущество смешанных посевов заключается в том, что травосмеси лучше используют влагу, питательные вещества почвы и солнечную энергию благодаря различному строению куста и корневой системы злаковых и бобовых трав [71].

Орошаемый бобово-злаковый агроценоз с козлятником хорошо развивается на черноземах и каштановых почвах с достаточным количеством фосфора и калия. Худшие условия для его развития создаются при посеве на кислых, солонцеватых и песчаных почвах, а также на участках при уровне грунтовых вод выше 1,5-2,0 м. Особенности возделывания козлятника восточного применялись на основе многовариантных ресурсо- и энергосберегающих технологий, улучшающих кормовые уголья [73].

Система ротации культур в севообороте представлена в табл. 5.4.



*Рис. 5.3. Отава многолетней четырехкомпонентной кормосмеси (козлятник, кострец, ежа и тимopheевка) первого года пользования, после первого укоса*

Таблица 5.4

**Система ротации культур по полям севооборота для производства кормов  
с высокой протеиновой питательностью на орошении**

| Поле | Годы                                          |                                               |                                               |                                               |                                               |                                                    |
|------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|      | первый                                        | второй                                        | третий                                        | четвертый                                     | пятый                                         | шестой                                             |
| 1    | Озимая пше-<br>ница                           | Соя                                           | Гречиха                                       | Однолетняя<br>бобово-злако-<br>вая кормосмесь | Соя                                           | Нут                                                |
| 2    | Соя                                           | Гречиха                                       | Однолетняя бо-<br>бово-злаковая<br>кормосмесь | Соя                                           | Нут                                           | Озимая пше-<br>ница                                |
| 3    | Гречиха                                       | Однолетняя бо-<br>бово-злаковая<br>кормосмесь | Соя                                           | Нут                                           | Озимая пше-<br>ница                           | Соя                                                |
| 4    | Многолетняя бобово-злаковая кормосмесь        |                                               |                                               |                                               |                                               |                                                    |
| 5    | Однолетняя<br>бобово-злако-<br>вая кормосмесь | Нут                                           | Озимая пше-<br>ница                           | Соя                                           | Гречиха                                       | Соя                                                |
| 6    | Нут                                           | Озимая пше-<br>ница                           | Соя                                           | Гречиха                                       | Соя                                           | Однолетняя<br>бобово-зла-<br>ковая кор-<br>мосмесь |
| 7    | Озимая<br>пшеница                             | Соя                                           | Гречиха                                       | Соя                                           | Однолетняя бо-<br>бово-злаковая<br>кормосмесь | Нут                                                |

Продуктивность кормосмесей подтверждена укосами надземной зеленой массы: кормосмеси первого года использования дают 25 т/га, второго – 32, третьего – 67, восьмого – 85 т/га при орошении 70-80-70% НВ. В бобово-злаковом агроценозе третьего года пользования проведено три укоса надземной зеленой массы: первый укос дал 28 т/га, второй – 21 и третий – 18 т/га. Всего получено 67 т/га надземной зеленой массы при поддержании влагообеспеченности на уровне 80 % НВ во влагозатратные фазы вегетации кормосмеси.

***Система защиты растений*** направлена на управление численностью вредных объектов. Современный фитосанитарный контроль агроэкосистем для обеспечения требуемого качества урожая при снижении затрат на его производство и уменьшении отрицательного воздействия на окружающую среду предусматривает комплексное использование устойчивых сортов, адаптированных технологий, биологических методов борьбы с вредными организмами и сводит применение химических средств защиты растений к минимуму. Поиск альтернативных средств и приемов, сохраняющих естественные регуляторы численности вредителей, направлен на переориентацию систем защиты растений на региональном уровне исходя из сельскохозяйственной специализации и климатических особенностей [74].

Ведущее место среди защитных мероприятий принадлежит агротехническим приемам, к которым относятся севооборот, различные виды почвенных обработок и проведение провокационных поливов.

Весьма эффективным приемом борьбы с сорняками является предпосевная обработка почвы, а также в процессе ухода за посевами. Хороший результат обеспечивает борьба с сорняками агротехническими методами в посевах пропашных культур. Необходимо проводить дисковое послеуборочное лущение, предпосевную подготовку почвы, боронование до и после всходов, которые позволяют уничтожить до 80-90% проростков сорняков.

Установлено, что важнейший агротехнический прием борьбы с сорняками – *ведение севооборота с правильным чередованием в нем культур* – препятствует разрастанию и способствует уничтожению многих сорняков. Выращивание устойчивых сортов рассматривается как основополагающий метод контроля вредных организмов,

поскольку он прекрасно сочетается с другими способами защиты растений. Появление популяций сорняков, устойчивых к химическим гербицидам, приводит к снижению эффективности химической борьбы. Этот факт наряду с возрастающим в настоящее время потребительским спросом на органические продукты питания приводит к необходимости разработки биологических средств защиты сельскохозяйственных культур от сорняков [75].

Основополагающее правило ведения севооборота – строгое соблюдение принятого научно обоснованного чередования культур. При этом необходимо учитывать невозможность выращивания на одном поле зерновых колосовых (яровая пшеница, ячмень и др.) более трех лет и возвращения кукурузы на прежнее место ранее чем через два года-шесть лет, свеклы – через три-пять лет. Использование принципа плодосмены в многопольных севооборотах является важнейшей основой улучшения фитосанитарного состояния орошаемых полей.

*Химический способ борьбы с вредителями и болезнями культурных растений* включает в себя применение химических веществ – пестицидов, инсектицидов, фунгицидов, гербицидов и дефолиантов. Инсектициды применяют при уничтожении вредных насекомых, фунгициды – при борьбе с болезнями растений, гербициды – для борьбы с сорными растениями, дефолианты – для освобождения от листьев.

Пестициды для защиты растений применяются различными способами, основным из которых является нанесение пестицида на обрабатываемую поверхность в капельно-жидком состоянии путем опрыскивания. На засоренных многолетними, трудноискоренимыми сорняками полях используют комплексные методы борьбы с применением гербицидов, применение которых в орошаемых севооборотах должно носить системный характер. Норму расхода препарата следует корректировать применительно к видовому составу сорняков и фазе их роста. Не следует применять гербициды с одним и тем же действующим веществом [76].

Использование пестицидов должно выполняться согласно разработанным инструкциям и правилам, так как при составлении рационов для животных одним из учитываемых показателей является

катионно-анионный баланс, который рассчитывается на основании содержания катионов натрия и калия и анионов сульфата и хлорида в зеленой массе после обработки гербицидами. Недостаток (избыток) того или иного катиона или аниона в кормах приводит к нарушению обменных процессов и различным заболеваниям незаразной этиологии [77].

Протравливание семян должно осуществляться предварительно – за один-два месяца до посева при сокращении примерно на 25% дозы химических препаратов на обработку семян по сравнению с их обработкой в период посева (за два-три дня) при влажности свыше 15%. Полностью от использования пестицидов отказываться пока нельзя. Поэтому на посевах всех культур севооборотов должны проводиться систематические обследования полей.

В биологический способ защиты растений от вредителей, болезней и сорной растительности включают различные меры по снижению численности вредителей до не влияющих на урожай значений. Они состоят в поддержании численности природных энтомофагов, искусственном наращивании их численности, применении энтомопатогенов.

Чтобы исключить снижение всхожести семян в период хранения и против комплекса патогенной микрофлоры, их заблаговременно протравливают. Для протравливания используют фунгициды-протравители, разрешенные к применению на территории Российской Федерации.

Хороший эффект обеззараживания семян обеспечивает обработка их пленкообразующими составами совместно с пестицидами. Для этой цели применяют поливиниловый спирт и пленкообразующие составы на основе водных растворов ПАА. В пленкообразующий состав рекомендуется вводить микроэлементы: бор, кобальт, марганец, медь, молибден, цинк. Для протравливания семян пленкообразующими составами используют машины типов ПС-10, АПЗ-10 и «Мобиток Супер». Приготовление растворов необходимо проводить в баках, оборудованных мешалками или смесителями типа «Премик».

Биологически оптимальные сроки сева многолетней многокомпонентной травосмеси наступают при среднесуточной температуре

воздуха 15°C. Такие условия создаются в Поволжье в первой-второй декаде мая.

Многолетние многокомпонентные кормосмеси высевают поперек рядков (междурядье 0,15 м) покровной культуры (овес, ячмень), что упрощает технику сева.

При полосном способе сева используются рядовые, комбинированные и стерневые сеялки, имеющие два семенных ящика и более СЗ-3,6, СЗП-3,6, СКР-3,4, СЗРС-2,1. В первый семенной ящик засыпаются семена козлятника, во второй – смесь костреца, ежи и тимopheевки в требуемой пропорции.

Ширина междурядий регулируется путем установки заглушек на отверстиях семяпровода. При раннем сроке сева многолетней многокомпонентной кормосмеси глубина заделки семян должна составлять 3-4 см.

Посевы кормосмеси прикатывают кольчато-шпоровыми катками ЗККШ-6А в агрегате с сеялкой или самостоятельно не позже 6-8 ч после посева. Допускается также использование гладких катков ЗКВГ, но обязательно в агрегате с зубовыми боронами, чтобы исключить потери влаги из почвы.

На почвах с содержанием влаги 90% НВ посевы не прикатывают, так как возможны чрезмерное уплотнение и образование почвенной корки. После прикатывания почва должна быть равномерно уплотнена на глубину 4-6 см, ее плотность – 1,15-1,30 г/см<sup>3</sup>, а величина комков не должна превышать 5 см.

Среди сорных растений наибольший ущерб урожаю многолетней многокомпонентной кормосмеси могут нанести различные виды щирицы, щетинник (мышей) сизый, куриное просо, осот розовый, вьюнок полевой и многие др. Сорняки уничтожаются агротехническими приемами и гербицидами.

Уход за посевами многокомпонентной кормосмеси заключается в создании оптимального водного режима почвы, борьбе с вредителями и болезнями растений, что достигается поливами и применением пестицидов.

Химические обработки посевов назначаются по сигналу станции защиты растений при массовом развитии многоядных вредителей (луговой мотылек, саранчовые).

### 5.3. Кормовая ценность надземной массы растений, продуктивность и качество получаемого корма

По зоотехническим требованиям для реализации потенциала сельскохозяйственных животных необходимы энергонасыщенные и богатые протеином корма, обеспечивающие высокую продуктивность [78].

Многолетние многокомпонентные кормосмеси в первый год использования высевают под покровную культуру (ячмень, овес).

В 1 кг зерна ячменя в среднем содержится 1,15 корм. ед., 85 г переваримого протеина, до 12% белка, 2,4 жира, 5,5 клетчатки, 61,6 безазотистых экстрактивных веществ, 2,7 золы и 16% воды. Зерно ячменя богато крахмалом (55-65 %), содержит также витамины  $B_1$ ,  $B_2$ , С и Е, из минеральных веществ преобладают соединения фосфора и кремниевой кислоты.

Овес – ценная кормовая и продовольственная зерновая культура. В 1 кг в среднем содержится 1 корм. ед., 79 г переваримого протеина, 9-11% белка, 4-6 жира и 40-50% крахмала. Овес является прекрасным диетическим и экстрогенным концентрированным кормом для животных. Белок овса представлен широким комплексом незаменимых аминокислот, по содержанию лизина, аргинина и триптофана не уступает ячменю. Зерно овса содержит большое количество железа, кальция, фосфора, значительное количество витаминов, особенно группы В, которых в нем больше, чем в зерне ячменя (4,5-8 мг/кг).

Козлятник восточный богат белком, в состав которого входят незаменимые аминокислоты, также характеризуется высоким содержанием зольных элементов, особенно кальция и магния, других микроэлементов (медь, марганец, молибден, бор, кобальт) и каротиноидов.

По общей питательности и содержанию протеина козлятник превосходит злаковые культуры в 3-3,5 раза. В 100 кг сена козлятника содержится 50 кг корм. ед. и 12-15 кг переваримого протеина, а в 100 кг силоса – 19 и 2,6 кг соответственно.

В зеленой массе козлятника, убранной в стадии бутонизации, содержится 18% протеина, 3 жира, 24,9 клетчатки, 43,3 безазотистых

экстрактивных веществ, 2,12 кальция, 0,27 фосфора и 1,1% калия на абсолютно сухое вещество. Зеленая масса является поливитаминным кормом для КРС. В ней содержатся витамины А, группы В, С, D, Е, К и РР; в 1 кг зеленой массы – 210 мг витамина С, 48-50 каротина, 5-6 витамина В, 150 витамина Е и 150-200 мг витамина К.

Соответственно в зеленой массе многокомпонентных кормосмесей длительного использования содержатся каротиноиды, витамины, пантотеновая кислота и холин.

Наилучшая урожайность у многолетних многокомпонентных кормосмесей выявлена в агроценозах трех- и восьмилетнего года использования – 68,0-78,5 т/га (табл. 5.5).

Таблица 5.5

**Многолетние кормосмеси  
в составе многокомпонентных агроценозов**

| Кормосмесь                                                                                            | Зеленая масса     |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|
|                                                                                                       | урожайность, т/га | белок, % |
| Первого года использования (козлятник восточный, ежа сборная, костёр безостый и тимopheевка луговая)  | 25,00             | 13,85    |
| Третьего года использования (козлятник восточный, ежа сборная, костёр безостый и тимopheевка луговая) | 68,00             | 12,93    |
| Восьмого года использования (козлятник восточный, ежа сборная, костёр безостый и тимopheевка луговая) | 108,50            | 12,34    |

Для улучшения плодородного слоя долгоорошаемых почв степной зоны (Самарская, Саратовская области, Правобережье Волгоградской области), где преобладают выщелоченные, типичные, обыкновенные и южные черноземы, темно-каштановые и каштановые почвы глинистого и тяжелосуглинистого механического состава, а также в сухостепной зоне (Саратовская, Волгоградская области, Калмыкия) с преобладанием южных черноземов, каштановых и светло-каштановых почв в комплексе с солонцами, а также в полупустынной зоне (Астраханская область, Калмыкия) со свет-

ло-каштановыми солонцеватыми, бурыми, светло-бурыми, пойменными почвами необходимо вводить севообороты с включением в них многолетних многокомпонентных кормосмесей.

#### **5.4. Экономическая эффективность возделывания многолетних многокомпонентных кормосмесей с использованием в технологии инновационных биотехнологических приемов**

При определении экономической эффективности возделывания многокомпонентных кормосмесей учитывались следующие показатели: затраты на 1 га площади, себестоимость продукции, урожайность кормосмеси, стоимость валовой продукции, чистый доход с 1 га.

Наиболее целесообразным в экономическом отношении оказалась четырехкомпонентная кормосмесь третьего и восьмого года использования – получена наибольшая прибавка урожая зеленой массы (более 50 т/га) по сравнению с кормосмесью первого года использования.

Установлено, что в посевах многолетней многокомпонентной кормосмеси оптимальным является высев семян с междурядьями 15 см и густотой травостоя не более 0,7 млн растений на 1 га. Травостой образуются более загущенный, в результате экономятся средства на приобретение семян для сева.

Пищевой блок формируется за счет действия ризобияльного комплекса с азотофиксирующими бактериями и внесения микроудобрений с жизненно необходимыми микроэлементами.

В течение периода вегетации кормосмеси, после определения влажности почвы, нормируется режим орошения. На посевах кормосмесей оптимальным является режим орошения с предположивным порогом влажности до 70% НВ в начале вегетации как бобовых, так и злаковых культур и более интенсивным увлажнением (80% НВ) перед вторым и третьим укосами.

Наибольший удельный вес в затратах имеет оплата поливной воды при цене оросительной 3,5 руб/м<sup>3</sup>. При четырехвегетационных поливах затраты на воду составили 2 500 руб/га, что составляет 13% (табл. 5.6).

Таблица 5.6

**Экономическая эффективность возделывания многолетней двух- и четырехкомпонентной многокомпонентной кормосмеси первого года на орошении**

| Показатели                                                                  | Двухкомпонентная кормосмесь<br>первого года, 1 га |                                     |                                                   | Четырехкомпонентная кормосмесь<br>первого года, 1 га |                                     |                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                                                             | контроль                                          | орошение<br>омагничен-<br>ной водой | орошение омаг-<br>ниченной водой<br>и нанокремний | контроль                                             | орошение<br>омагничен-<br>ной водой | орошение омаг-<br>ниченной водой<br>и нанокремний |
| Урожайность кормосмеси, т/га                                                | 4,16                                              | 4,12                                | 4,42                                              | 4,67                                                 | 4,88                                | 5,28                                              |
| Цена реализации кормосмеси, руб/т                                           | 3 500                                             | 3 500                               | 3 500                                             | 3 500                                                | 3 500                               | 3 500                                             |
| Доход от реализации кормосмеси,<br>руб/га                                   | 14 500                                            | 14 400                              | 15 500                                            | 16 345                                               | 17 080                              | 18 480                                            |
| Затраты (всего), руб/га                                                     | 18 950                                            | 18 950                              | 19 150                                            | 19 150                                               | 19 150                              | 19 350                                            |
| В том числе:                                                                |                                                   |                                     |                                                   |                                                      |                                     |                                                   |
| лущение стерни на 6-8 см                                                    | 1 500                                             | 1 500                               | 1 500                                             | 1 500                                                | 1 500                               | 1 500                                             |
| вспашка на 25-27 см                                                         | 2 000                                             | 2 000                               | 2 000                                             | 2 000                                                | 2 000                               | 2 000                                             |
| боронование                                                                 | 1 000                                             | 1 000                               | 1 000                                             | 1 000                                                | 1 000                               | 1 000                                             |
| культивация на 6-8 см                                                       | 1 000                                             | 1 000                               | 1 000                                             | 1 000                                                | 1 000                               | 1 000                                             |
| посев кормосмеси                                                            | 1 500                                             | 1 500                               | 1 500                                             | 1 500                                                | 1 500                               | 1 500                                             |
| уборка кормосмеси                                                           | 2 500                                             | 2 500                               | 2 500                                             | 2 500                                                | 2 500                               | 2 500                                             |
| подвоз, погрузка и разгрузка семян                                          | 2 000                                             | 2 000                               | 2 000                                             | 2 000                                                | 2 000                               | 2 000                                             |
| гербициды, семена, РизоторфинЖ,<br>ТМТД, Молибдат аммония, нано-<br>кремний | 5 000                                             | 5 000                               | 5 200                                             | 5200                                                 | 5200                                | 5400                                              |
| полив за сезон вегетации, м <sup>3</sup> (3,00)                             | 2 450                                             | 2 450                               | 2 450                                             | 2 450                                                | 2 450                               | 2 450                                             |
| Чистый доход, руб/га                                                        | -4 450                                            | -4 550                              | -3 650                                            | -2 715                                               | -2 070                              | -870                                              |

Планируемый доход от реализации зеленой массы с производственных посевов (с потерями 20%) при урожайности 4,16-11,88 т/га в виде сенажа и цене реализации 3 500 руб/т от возделывания бобово-злакового агроценоза составил от 11 350 до 36 000 руб/га (табл. 5.7).

Таблица 5.7

**Экономическая эффективность возделывания  
многолетней двух- и четырехкомпонентной  
многокомпонентной кормосмеси третьего года на орошении**

| Показатели                                            | Двухкомпонентная кормосмесь<br>третьего года, 1 га |                                        |                                                      | Четырехкомпонентная кор-<br>мосмесь третьего года, 1га |                                             |                                                           |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                                                       | контроль                                           | орошение<br>омагни-<br>ченной<br>водой | орошение<br>омагничен-<br>ной водой и<br>нанокремний | контроль                                               | оро-<br>шение<br>омагни-<br>ченной<br>водой | орошение<br>омагничен-<br>ной водой и<br>нанокрем-<br>ний |
| Урожайность<br>кормосмеси, т/га                       | 6,35                                               | 7,8                                    | 8,76                                                 | 8,64                                                   | 10,78                                       | 11,88                                                     |
| Цена реализации<br>кормосмеси,<br>руб/т               | 3 500                                              | 3 500                                  | 3 500                                                | 3 500                                                  | 3 500                                       | 3 500                                                     |
| Доход от реали-<br>зации кормосме-<br>си, руб/га      | 22 250                                             | 27 300                                 | 30 660                                               | 30 240                                                 | 37 730                                      | 41 580                                                    |
| Затраты (всего),<br>руб/га                            | 6 450                                              | 6 450                                  | 6 450                                                | 6 450                                                  | 6 450                                       | 6 450                                                     |
| В том числе:                                          |                                                    |                                        |                                                      |                                                        |                                             |                                                           |
| щелевание                                             | 1 500                                              | 1 500                                  | 1 500                                                | 1 500                                                  | 1 500                                       | 1 500                                                     |
| уборка кор-<br>мосмеси                                | 2 500                                              | 2 500                                  | 2 500                                                | 2 500                                                  | 2 500                                       | 2 500                                                     |
| три полива за<br>сезон вегета-<br>ции, м <sup>3</sup> | 2 450                                              | 2 450                                  | 2 450                                                | 2 450                                                  | 2 450                                       | 2 450                                                     |
| Чистый доход,<br>руб/га                               | 15 800                                             | 20 850                                 | 24 210                                               | 23 790                                                 | 31 280                                      | 35 130                                                    |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной путь увеличения производства зеленых кормов – дальнейшее повышение урожайности многолетних многокомпонентных кормосмесей за счет внедрения инновационных и интенсивных технологий возделывания с использованием биологического азота, введения в компоненты кормосмесей высокобелковых сортов как бобовых, так и злаковых культур, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков.

В кормопроизводстве высокобелковые культуры должны занимать не менее 75% севооборота, обеспечивать получение двух-четырех урожаев в год и 1,2-1,3 т/га сырого протеина. При дифференциации орошения урожайность повышается в 3-4 раза.

Для обеспечения продуктивности культур в многокомпонентном многолетнем агроценозе необходимо вносить оптимальные дозы минеральных удобрений, способствующих не только увеличению валового производства кормов, но и протеина в 2 раза. Применять многоукосное использование многолетних трав с обязательным проведением первого укоса в ранние фазы развития козлятника восточного, например бутонизацию, в результате чего сбор протеина увеличится в 1,5 раза и более резко повысится содержание в нем незаменимых аминокислот (на 50-60%) по сравнению с уборкой в фазе цветения.

Для воспроизводства плодородия, улучшения агрофизических и агрохимических свойств почвы, увеличения содержания гумуса необходимо вводить в звенья севооборота одно поле многолетней многокомпонентной кормосмеси.

Установлено, что благоприятные условия по содержанию азота (45 мг/кг), фосфора (70 мг/кг) и калия (37 мг/кг), а также по гумусу (3%) складываются в системе севооборота при введении в него многолетней многокомпонентной кормосмеси, основным компонентом которой является козлятник восточный.

Применение комплекса инновационных приемов в ресурсосберегающей технологии возделывания кормосмесей (обработка микроудобрениями и орошение омагниченной водой) увеличивает рентабельность производства кормов до 30%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Бойко В.С.** Оптимизация основных факторов формирования урожайности орошаемых кормовых культур // Мелиорация и водное хоз-во. – 2005. – № 4. – С. 22-24.

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 14 мая 2021 г. № 731 «О Государственной программе эффективно-го вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации» (с изм. на 18 января 2023 г.).

3. Распоряжение Правительства России от 08.09.2022 № 2567-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года».

4. Особенности технологии возделывания и использования сор-говых культур в районах недостаточного увлажнения юго-востока и юга Российской Федерации: рекомендации ФГНУ «Россорго». – Са-ратов, 2008. – 24 с.

5. Ресурсосберегающая технология возделывания сои в Са-ратовской обл.: рекомендации производству // В.А. Нагорный, Н.М. Ружейникова, В.А. Шадских, Н.Н. Кулева. – Саратов, 2007. – 32 с.

6. Технология выращивания многокомпонентных смесей кормо-вых культур и эффективность их использования в рационах круп-ного рогатого скота // В.С. Горбунов, М.Н. Худенко, С.И. Калюжный [и др.]; ФГНУ РосНИИСК «Россорго». – Саратов, 2008. – 26 с.

7. **Матвейчук П.Н., Лысенко Н.Н., Прудникова Е.Г.** Передовой опыт возделывания сои в производственных условиях ООО «Ду-бовицкое» Орловской области // Зернобобовые и крупяные куль-туры. – 2019. – № 1 (29). – С. 47-55.

8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных живот-ных: справ. пособ. – 3-е изд. перераб. и доп. / под ред. А.П. Калаш-никова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – М., 2003. – 456 с.

9. **Матвеев А.В.** Использование принципа точного земледелия при координатной мелиорации земель // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011 – № 2. – С. 12-15.

10. **Добрачев Ю.П., Матвеев А.В.** Структура управления агрометеорологическими режимами сельскохозяйственного поля // Природообустройство. – 2011. – № 2. – С. 5-12.

11. **Шпаков А.С.** Научное обеспечение полевого кормопроизводства России: достижения и перспективы // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. тр. матер. Междунар. конф., посвящ. 100-летию ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». – М., 2023. – С. 83-91.

12. **Ахалая Б.Х.** Технологические возможности и технические решения производства экологически чистых и сбалансированных кормов: науч. тр. / ВИМ. – М., 2002. – Т. 142. – Ч. 1. – С. 89-94.

13. **Грислис С.В., Решетников В.М.** Многолетние травы в формировании органического вещества почвы // Кормопроизводство. – 2000. – № 6. – С. 26-27.

14. **Дедов А.В., Несмеянова М.А.** Влияние многолетних трав на плодородие почв // Агрохимический вестн. – 2012. – № 4. – С. 7-9.

15. **Денисов Е.П., Солодовников А.П., Денисов К.Е.** Приемы повышения плодородия каштановых почв в сухостепном Заволжье // Нива Поволжья. – 2007. – № 2. – С. 1-2.

16. **Зинковский В.Н., Зинковская Т.С., Барановский И.Н.** Управление плодородием осушаемых земель в системе комплексных мелиораций с применением биологических мелиорантов // Осушительная мелиорация в Нечерноземной зоне России: состояние и прогноз / Всерос. науч.-исслед. ин-т с.-х. использования мелиорир. земель. – Тверь, 2009. – С. 175-185.

17. **Шадских В.А., Кижяева В.Е., Рассказова О.Л.** Ресурсосберегающая технология возделывания козлятника восточного в условиях орошения // Орошаемое земледелие. – 2019. – С. 30-33.

18. **Косачев А.М., Солодовников А.П., Молчанова Н.П., Комарова А.П.** Влияние многолетних трав на плодородие темно-кашта-

новых почв // Актуал. проблемы земледелия: сб. науч. работ. Вып. 2. – Саратов: Научная книга, 2006. – С. 96-98.

19. **Лунева Е.Н.** Роль растительных мелиораций в улучшении почвенного плодородия орошаемых земель // Мелиорация и водное хозяйство. НГМА. – Новочеркасск, 2009. – Вып. 7. – Т. 1. – С. 51-55.

20. **Косолапов В.М.** Современное кормопроизводство – основа успешного развития АПК и продовольственной безопасности России // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 3-5.

21. **Мушинский А.А.** Эффективность однолетнего донника как кормовой и мелиоративной культуры // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий: матер. Междунар. науч. конф. – Оренбург, 2001. – С. 137-138.

22. **Солодовников А.П., Денисов Е.П., Денисов К.Е.** Условия формирования урожайности многолетних трав и их фитомелиоративная способность // Кормопроизводство. – 2006. – № 3. – С. 14-18.

23. **Шадских В.А., Кижаева В.Е.** Агроэкологические аспекты энергосберегающих, почвозащитных технологий основной обработки почвы на орошаемых землях Саратовского Заволжья // Вестн. Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. – 2006. – № 6. – С. 72-73.

24. **Иванов Д.А., Карасева О.В., Рублюк М.В.** Особенности адаптации полевого кормопроизводства к условиям мелиорированных агроландшафтов // Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию Всерос. НИИ орошаемого земледелия». – Волгоград, 2017. – С. 245-255.

25. **Шадских В.А., Кижаева В.Е., Пешкова В.О.** Многокомпонентные кормосмеси – основа продуктивности и качества кормов на орошении // Там же. – С. 261-268.

26. **Шадских В.А., Кижаева В.Е., Рассказова О.Л.** Агробιο-энергетическая эффективность возделывания многокомпонентных кормосмесей на орошении // Интеграционные проблемы в АПК Российского Поволжья: матер. Междунар. науч.-практ. конф.; (ФГБНУ «Поволжский НИИ экономики и организации АПК», г. Саратов, 8-9 июня 2017 г.). – С. 226-229.

27. **Брель В.К., Шадских В.А., Пешкова В.О., Кижаяева В.Е.** Особенности эколого-экономического процесса возделывания кормосмесей, сбалансированных по белку, в условиях орошения // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2014. – № 55. – С. 43-49.

28. **Вавилов П.П., Хайг Х.А.** Возделывание и использование козлятника восточного. – Л., 1982. – 72 с.

29. **Вавилов П.П., Кондратьев А.А.** Новые кормовые культуры. – М.: Россельхозиздат, 1975. – С. 227-247.

30. Возделывание козлятника восточного на корм и семена в Нечерноземной зоне. – М.: Агропромиздат, 1989. – 19 с.

31. **Гладков Л.О.** О культуре козлятника восточного в Финляндии // С.-х. экспресс-информация. – М., 1963. – № 26. – 34 с.

32. **Кобзев И.В., Хотев В.К., Никольская Л.Г.** Опыты заготовки кормов из козлятника восточного: матер. VIII Всерос. симп. по новым кормовым растениям. – Сыктывкар, 1993.

33. **Кутузов Г.П., Шагаров А.М.** Возделывание козлятника восточного на семена: информ. листок. – М., 1985. – № 212. – 82 с.

34. **Шагаров А.М.** Козлятник восточный – ценная кормовая бобовая культура // Кормопроизводство. – 1983. – № 7. – 24 с.

35. **Шадских В.А., Кижаяева В.Е., Рассказова О.Л.** Агроэкологические основы кормопроизводства на орошаемых землях Саратовского Заволжья // Инновации природообустройства и защиты окружающей среды: матер. I нац. науч.-практ. конф. ( ФГБОУ ВО «СГАУ им. Н.И. Вавилова). – Саратов, 2019. – С. 219-223.

36. **Шадских В.А., Кижаяева В.Е., Романова Л.Г., Рассказова О.Л.** Влияние культур орошаемого зернокормового севооборота на агрофизические и агрохимические свойства почвы // Науч. журн. Рос. НИИ проблем мелиорации. – 2018. – № 4 (32). – С. 166-183.

37. **Шадских В.А., Пешкова В.О., Кижаяева В.Е.** Качество различных многокомпонентных кормосмесей на орошаемых землях сухостепной зоны Поволжья // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – 2018. – Вып. 4 (176). – С. 141-145.

38. **Шадских В.А., Кижяева В.Е., Рассказова О.Л.** Подбор злаковых и бобовых культур для создания многолетних кормосмесей на орошаемых землях Поволжья // Орошаемое земледелие. – 2019. – № 2. – С. 36-39.

39. **Шадских В.А., Кижяева В.Е., Романова Л.Г.** Комплексная оценка и экологически безопасное использование деградированных земель. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 124 с.

40. ГОСТ Р 58331.3-2019 Системы и сооружения мелиоративные. Водопотребность для орошения сельскохозяйственных культур. Общие требования.

41. **Корсак В.В., Пронько Н.А., Холуденева О.Ю.** Информационно-советующая система по управлению водным режимом орошаемых земель // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2008613920 от 15 октября 2008 г.

42. **Шадских В.А., Кижяева В.Е.** Выращивание сельскохозяйственных культур по заданной программе // Вестн. Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. – 2008. – № 8. – С. 46-49.

43. **Шевченко П.Д., Балакай Г.Т.** Кормопроизводство степной зоны России. – Новочеркасск: Оникс +, 2007. – 408 с.

44. **Шевченко П.Д., Балакай Г.Т., Василенко В.Н.** Орошаемое земледелие и растениеводство. – Новочеркасск: Лик, 2009. – 451 с.

45. **Шадских В.А., Кособокова Д.В.** Разработка технологического процесса выращивания многокомпонентной кормосмеси в условиях орошения // Вестн. СГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2012. – С. 40-41.

46. **Юшкова В.Э.** Анализ эффективности использования сельскохозяйственных земель и резервы повышения их продуктивности // Вестн. Воронежского ГАУ. – 2013. – № 4 – С. 263-271.

47. **Калашникова А.П.** [и др.] Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособ.; под ред. А.П. Калашникова. – 3-е изд., доп. – М., 2003. – 456 с.

48. **Селицкий С.А., Егорова О.В.** Повышение продуктивности орошаемого гектара при выращивании кормовых культур: сб. науч. статей. – Новочеркасск: ФГНУ «РосНИИППМ», 2010. – Вып. 43. – С. 162-166.

49. **Лазарев Н.Н.** Научные исследования по кормопроизводству на кафедре растениеводства и луговых экосистем (К 150-летию РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева) // Кормопроизводство. – М., 2015. – С. 3-7.

50. **Егорова О.В., Бабичев А.Н., Андреева Т.П.** Организация высокопродуктивных многовидовых агрофитоценозов многолетних трав: сб. науч. ст. – Новочеркасск: ФГНУ «РосНИИПМ», 2010. – Вып. 43. – С. 156-162.

51. **Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Парамонов В.А.** Состояние и пути улучшения природных кормовых угодий // Орошаемое земледелие. – 2016. – № 3. – С. 13-14.

52. **Свиридова А.Д.** Продуктивность кормовых культур при орошении: моногр. – Новочеркасск: НГМА, 2008. – 200 с.

53. **Федоренко В.Ф., Сапожников С.Н., Косолапов В.М.** [и др.] Инновационные технологии заготовки высококачественных кормов: науч. аналит. обзор /ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 196 с.

54. Рекомендации по эффективному использованию орошаемых земель с учетом введения в оборот длительно неиспользуемых орошаемых участков /В.А. Шадских, Н.Ф. Рыжко, В.Е. Кижаева [и др.]. – Саратов. 2020. – 40 с.

55. Федеральный закон от 16.07.98 № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» (ред. от 05.04.2016 с изменениями, вступившими в силу с 01.07.2016).

56. **Сенчуков Г.А., Новикова И.В.** Суммарное водопотребление и урожайность сельскохозяйственных культур // Науч. журн. Рос. НИИ проблем мелиорации. – № 4 (20). – 2015. – С. 108-119.

57. **Шевченко В.А., Соловьёв А.М., Бондарева Г.И., Попова Н.П.** Влияние удобрений и способов их заделки на кормовую ценность полевых культур при освоении малопродуктивных земель Верхневолжья // Плодородие. – 2023. – № 2 (131). – С. 5-8.

58. Султанбеков А.Д., Хамхоев Б.И., Байбулатов Т.С. Экологически безопасный способ внесения жидких органических удобрений // Современные экологические проблемы в сельскохозяйственном производстве: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 259-263.

59. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «Об охране окружающей среды».

60. Брюханов А.Ю., Попов В.Д., Васильев Э.В. Методы решения экологических проблем в сельскохозяйственном производстве // Изв. Междунар. акад. аграр. образования. – 2023. – № 65. – С. 167-171.

61. Панов А.И., Алдошин Н.В., Манохина А.А., Семин В.В. Внутрипочвенное внесение жидких органических удобрений и оценка их доз // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25. – № 2. – С. 28-33.

62. Ким И.Н., Комин А.Э. К вопросу о состоянии органического сельского хозяйства в Российской Федерации // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2022. – № 6. – С. 55-136.

63. Шодмонов Х.М., Сотволдиев Н.З. Экологически чистая технология выращивания продукции // Universum: технические науки. – 2021. – № 12-5 (93). – С. 86-88.

64. Дронова Т., Бурцева Н. Создание бобово-мятликовых травостоев // Животноводство России. – 2022. – № 3. – С. 51-53.

65. Юрченко И.Ф. Полевое кормопроизводство на орошаемых землях // Агрозкономика: экономика и сел. хоз-во. – 2018. – № 3 (27). – С. 5.

66. Ольгаренко И.В. Биологически оптимальные нормы водопотребности сельскохозяйственных культур в полузасушливой степной зоне // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – Вып. 4. – Новочеркасск, 2009. – С. 175-181.

67. Несмысленов А.П. Организационно-экономические факторы повышения эффективности использования орошаемых земель: ФГБНУ «ПНИИЭО АПК». – Саратов: Саратовский источник, 2016. – 387 с.

68. Золотарёв В.Н., Лебедева Н.Н. Влияние доз и сроков азотных удобрений на формирование структуры и про-

дуктивность разновозрастных семенных травостоев диплоидной и тетраплоидной овсяницы луговой // *Агрохимия*. – 2013. – № 3. – С. 44-51.

69. **Неменушья Л.А.** Многофункциональное кормопроизводство для органического сельского хозяйства // *Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: матер. Междунар. конгр. по кормам, посвящ. 100-летию ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»*. В 2-х ч. – М., 2022. – С. 168-172.

70. **Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Сидоренко В.С.** Зернобобовые культуры в экономике России // *Земледелие*. – 2014. – № 4. – С. 4-8.

71. **Пешкова В.О., Кижаяева В.Е., Рассказова О.Л.** [и др.] Особенности возделывания многокомпонентных кормосмесей по ресурсосберегающей технологии на орошении в сухостепной зоне Поволжского региона // *Новости науки в АПК*. – 2018. – № 2 (11). – С. 139-141.

72. **Эседуллаев С.Т., Шмелева Н.В.** Адаптивное кормопроизводство – основа биологизации земледелия и важнейшая составляющая органического сельского хозяйства в Верхневолжском регионе [возделывание козлятника восточного, клевера лугового, люцерны изменчивой и тимopheевки луговой] // *Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал*. – 2020. – № 3. – С. 256-261.

73. **Кутузова А.А., Зотов А.А., Тебердиев Д.М.** [и др.] Многовариантные ресурсо- и энергосберегающие технологии коренного улучшения основных типов природных кормовых угодий по зонам России: рекомендации. – М., 2008. – 50 с.

74. **Комарова О.П., Козенко К.Ю., Земляницына С.В.** Биологическая защита растений – одно из основных направлений снижения пестицидной нагрузки на агроценозы // *Междунар. науч.-исслед. журн.* – 2021. – № 9-1 (111). – С. 98-102.

75. **Голубев А.С., Берестецкий А.О.** Перспективные направления использования биологических и биорациональных гербицидов в растениеводстве России (обзор) // *Сельскохозяйственная биология*. – 2021. – Т. 56. – № 5. – С. 868-884.

76. **Шадских В.А., Пешкова В.О., Кижеева В.Е., Рассказова О.Л.** Оценка засоренности посевов сельскохозяйственных культур в орошаемых агроценозах и меры борьбы с ней // Орошаемое земледелие. – 2020. – № 1. – С. 17-20.

77. **Калюжная Т.В., Орлова Д.А.** Анализ катионно-анионного состава кормов // Междунар. вестн. ветеринарии. – 2022. – № 3. – С. 106-110.

78. **Митякова Е.Е., Коюшева Е.С.** Прогноз потребления комбикормов в Российской Федерации до 2024 г. // Управление рисками в АПК. – 2019. – № 2 (30). – С. 109-120.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                                                                                                                                     | 3  |
| 1. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР<br>В ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ.....                                                                                                               | 5  |
| 1.1. Оптимальный подбор кормовых культур и способ их разме-<br>щения в смешанных агроценозах .....                                                                                                 | 5  |
| 1.2. Предшественники и место в севообороте.....                                                                                                                                                    | 9  |
| 1.3. Возделывание кормовых культур с использованием<br>ресурсосберегающей технологии обработки почвы.....                                                                                          | 9  |
| 1.4. Борьба с сорной растительностью.....                                                                                                                                                          | 11 |
| 1.5. Внесение удобрений.....                                                                                                                                                                       | 12 |
| 1.6. Подготовка семян к посеву.....                                                                                                                                                                | 15 |
| 1.7. Способы, сроки посева, нормы высева .....                                                                                                                                                     | 18 |
| 1.8. Уход за посевами .....                                                                                                                                                                        | 19 |
| 1.9. Режим орошения.....                                                                                                                                                                           | 20 |
| 1.10. Уборка урожая и технические условия получения<br>качественного силоса .....                                                                                                                  | 22 |
| 2. СИСТЕМА КОРМОПРОИЗВОДСТВА НА ОРОШАЕМЫХ<br>ЗЕМЛЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ<br>КОРМОВЫХ КУЛЬТУР И КУЛЬТУР-ФИТОМЕЛИОРАНТОВ<br>ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ<br>И ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ..... | 26 |
| 2.1. Многокомпонентные кормосмеси в системе орошаемых<br>севооборотов.....                                                                                                                         | 27 |
| 2.2. Фитомелиоранты в формировании структуры почвы.....                                                                                                                                            | 29 |
| 2.3. Активизация процессов воспроизводства плодородия<br>орошаемых агроценозов.....                                                                                                                | 32 |
| 2.4. Многокомпонентная кормосмесь – фитомелиорант в системе<br>кормопроизводства .....                                                                                                             | 35 |
| 2.5. Экономическая эффективность возделывания кормосмесей<br>в орошаемых севооборотах .....                                                                                                        | 37 |
| 2.6. Введение нетрадиционных кормовых культур в систему<br>кормопроизводства .....                                                                                                                 | 38 |

|                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА<br>СБАЛАНСИРОВАННЫХ КОРМОВ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ<br>ЗЕМЛЯХ НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ АГРОЦЕНОЗА БОБОВО-<br>ЗЛАКОВЫХ ТРАВ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ..... | 47 |
| 3.1. Кормовые культуры для создания бобово-злакового агроценоза ...                                                                                                                        | 48 |
| 3.2. Размещение бобово-злакового агроценоза в севообороте.....                                                                                                                             | 53 |
| 3.3. Формирование бобово-злакового агроценоза длительного<br>пользования на орошаемых землях.....                                                                                          | 54 |
| 3.4. Структура урожая бобово-злаковых трав. Оценка кормовой<br>ценности надземной массы растений, продуктивности и качества<br>получаемого корма .....                                     | 67 |
| 4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЦИОНАЛЬНЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКИ<br>ОБОСНОВАННЫМ ОРОСИТЕЛЬНЫМ НОРМАМ<br>НА ПЛАНИРУЕМУЮ УРОЖАЙНОСТЬ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР<br>И КОРМОСМЕСЕЙ ДЛЯ ПОВОЛЖЬЯ .....                        | 71 |
| 4.1. Природно-климатические условия зоны наибольшего разви-<br>тия орошения в Поволжье .....                                                                                               | 72 |
| 4.2. Методика определения экологически безопасных ороситель-<br>ных норм кормовых культур.....                                                                                             | 76 |
| 4.3. Параметры дифференцированных режимов орошения сель-<br>скохозяйственных культур по предполивной влажности и расчет-<br>ному слою почвы.....                                           | 79 |
| 4.4. Рациональные экологически обоснованные оросительные нор-<br>мы на планируемую урожайность кукурузы на силос, люцерны,<br>сои и кормовых смесей .....                                  | 81 |
| 4.5. Информационно-советующая система по управлению водным<br>режимом орошаемых земель.....                                                                                                | 85 |
| 5. ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОСМЕСЕЙ<br>НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ<br>ИННОВАЦИОННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ<br>ВОЗДЕЛЫВАНИЯ .....                                              | 88 |
| 5.1. Особенности формирования двух- и четырехвидовых посевов<br>с козлятником восточным и злаковыми травами.....                                                                           | 89 |

|                                                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2. Инновационная ресурсосберегающая технология производства высокобелковых кормов на орошаемых землях на основе создания агроценоза бобово-злаковых трав длительного пользования ..... | 91  |
| 5.3. Кормовая ценность надземной массы растений, продуктивность и качество получаемого корма .....                                                                                       | 113 |
| 5.4. Экономическая эффективность возделывания многолетних многокомпонентных кормосмесей с использованием в технологии инновационных биотехнологических приемов.....                      | 115 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....                                                                                                                                                                          | 118 |
| ЛИТЕРАТУРА .....                                                                                                                                                                         | 119 |

**Владимир Александрович Шадских,  
Вера Евгеньевна Кижаяева,  
Виктория Олеговна Пешкова**  
(ФГБНУ «ВолжНИИГиМ»)

**СИСТЕМА КОРМОПРОИЗВОДСТВА  
НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ**

*Научно-практическое издание*

Редакторы: *И.С. Горячева, М.Н. Жукова*  
Обложка художника *Т.Н. Лапишиной*  
Компьютерная верстка *Т.П. Речикиной*  
Корректор *В.А. Белова*

[fgnu@rosinformagrotech.ru](mailto:fgnu@rosinformagrotech.ru)

---

Подписано в печать 25.08.2023    Формат 60×84/16

Печать офсетная    Бумага офсетная

Гарнитура шрифта «Minion Pro»

Печ. л. 8,25    Тираж 500 экз.    Изд. заказ 69    Тип. заказ 160

---

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,  
141261, Российская Федерация, Московская обл.,  
г.о. Пушкинский, рп. Правдинский, ул. Лесная, д. 60

ISBN 978-5-7367-1759-0



9 785736 717590 >

