

**КОНЦЕПЦИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВИДОВОГО СОСТАВА КОРМОВЫХ КУЛЬТУР
НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОЛЕСЬЯ**

Л.Н.Лученок, кандидат сельскохозяйственных наук
РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: мелиорированные земли, торфяные почвы, продуктивность, уровни грунтовых вод, органическое вещество почвы, Полесье

Введение

К настоящему моменту основная масса торфяников Полесья уже используется в сельскохозяйственном производстве более 30-40 лет. В течение этого времени свойства торфяных почв изменились и продолжают трансформироваться. Ситуация осложняется тем, что мелиоративный объект обычно включает в себя сложную почвенную систему, на которой сельскохозяйственные земли различаются между собой не только водным режимом (от подтапливаемых участков в низовьях системы до пересушенных в верховьях), но и агрохимическими свойствами и, главным образом, содержанием органического вещества (от менее 10% в верховьях до 70-80% в низовьях). На возвышенных участках мезо- и микрорельефа преобладают песчаные почвы. Система земледелия должна учитывать все почвенные особенности и обеспечивать продуктивность этих земель на высоком уровне, а производимые корма должны быть сбалансированными по протеину, углеводам и сахарам в течение всего года. Кроме того, целесообразный по эффективности набор кормовых культур обязан максимально сохранять органическое вещество торфа, а на сильно сработанных участках – повышать плодородие земель.

С другой стороны, продуктивность мелиорированных земель необходимо повысить до уровня, указанного в Государственной программе возрождения и развития села на 2005-2010 годы, в среднем 44 ц к.ед./га, в том числе на пашне – 52-55 ц к.ед./га, а на сенокосах и пастбищах – 32-34 ц к.ед./га.

Таким образом, генеральной целью работы является разработка системы кормопроизводства на основе оптимизации структуры кормовых культур и комплексного применения средств интенсификации с учетом особенностей водного режима на антропогенно-преобразованных торфяных комплексах Полесья.

Первый этап этой работы: разработка системы признаков и критериев формирования эффективной структуры видового состава кормовых культур.

Методика исследований

Полевые исследования проводили на Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства в 1988-2007 гг. [1-8]. Стационары были заложены на торфяных и антропогенно-преобразованных торфяных почвах с различным содержанием орга-

нического вещества (ОВ) и уровнями грунтовых вод (УГВ). По содержанию ОВ в пахотных горизонтах стационаров можно выделить следующие уровни: ОВ > 50%, 30-50, 10-30 и менее 10%.

Глубина органогенного слоя от 50-70 см (содержание ОВ более 50%) до 20-30 см (содержание ОВ менее 30%). УГВ изменялись в пределах от 0,5 до более 1,5 м от поверхности.

На всех грациях содержания ОВ и УГВ оценивали эффективность кормовых культур: многолетних злаковых, бобово-злаковых и бобовых трав, однолетних трав, клевера лугового, зерновых (озимая рожь, яровое тритикале, ячмень), кукурузы, люпина узколистного, проса.

Результаты и обсуждение

Экспериментальные данные по оценке продуктивности кормовых культур, проводимые на торфяных и постторфяных почвах с содержанием ОВ до 30% [2-4], 10-30 [5, 7] и менее 10% [6, 8, 9], показали, что она по-разному зависит от снижения ОВ в почве [2-4]. Как видно из рисунков, антропогенно-преобразованные торфяные почвы со средним содержанием ОВ 40-70% и оптимальными УГВ высокопродуктивны. Основная часть культур не снижает своей продуктивности (рис. 1). Уменьшение органического вещества в почве до уровня менее 22,5% ведет к значительному уменьшению продуктивности большинства кормовых культур. Особенно чувствительны яровое тритикале и ячмень (рис. 1,а). Аналогичная закономерность наблюдается и с многолетними травами. Однако есть культуры, например, кукуруза, которая при сбалансированном уровне минерального питания обеспечивает высокую и устойчивую продуктивность по диапазонам содержания ОВ в пахотном слое, что в большей степени связано с улучшением теплового режима (рис. 1).

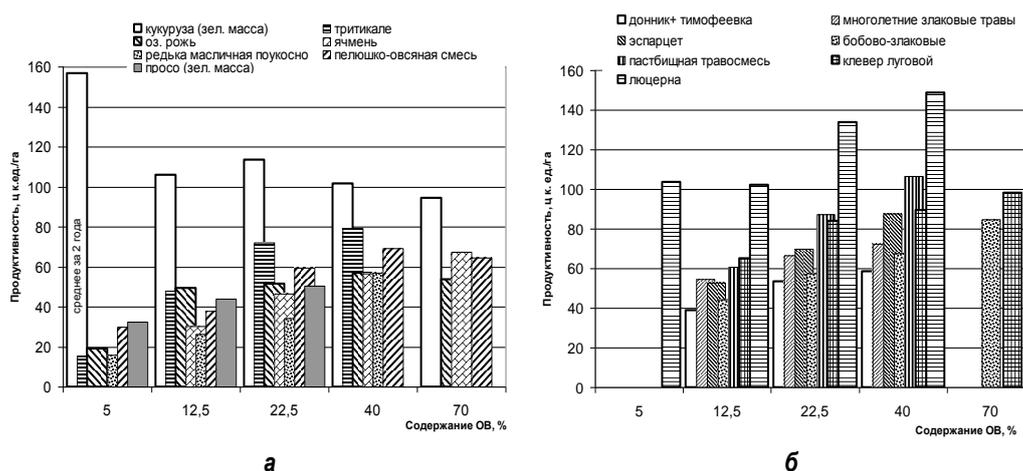


Рис. 1. Продуктивность однолетних кормовых культур (а) и многолетних трав (б) в зависимости от содержания ОВ в почве

Озимая рожь незначительно изменяет свою продуктивность в диапазоне содержания ОВ 12,5-70% и резко снижает при среднем содержании ОВ 5%. Люцерна уменьшает продуктивность при содержании ОВ от 40 до 12,5% и остается на одном уровне при содержании ОВ 5%. Она высокопродуктивна на сильно минерализованных постторфяных почвах, где другие травы возделывать нецелесообразно (рис. 1,б).

Однако продуктивность торфяно-песчаных почвенных комплексов в большей степени определяется водным режимом, который часто является лимитирующим для кормовых культур фактором [10]. Так, либо очень высокие (подтопление и затопление корневой зоны), либо низкие уровни (переосушение) грунтовых вод ограничивают список возделываемых на таких участках культур. Кроме того, потери урожайности кормовых культур зачастую происходят из-за подтоплений, связанных с нарушением сельхозпроизводителями проектного использования мелиоративного объекта (например, вместо лугопастбищного использования по проекту возделываются зерновые либо пропашные) и/или нарушениями водного режима, определяемыми сроками или нарушениями эксплуатационного режима мелиоративной системы. Вследствие этого не соблюдаются оптимальные сроки сева и уборки из-за подтоплений: весенних – нарушение сроков сева яровых культур и гибель озимых культур при длительных периодах затопления; летних – гибель культур при длительных периодах подтопления и затопления; осенних – смещение сроков уборки.

Несмотря на большую пестроту почвенных и гидрологических условий по площадям мелиоративных объектов Полесья на всех осушенных землях необходимо вести высокоэффективное сельскохозяйственное производство. Повысить их эффективность можно за счет подбора кормовых культур, адаптированных к определенным водно-физическим и агрохимическим свойствам почв при целесообразных уровнях минерального питания. На основе наборов их видового состава можно формировать севообороты или плодосмены для каждого рассматриваемого участка и в целом для хозяйства, обеспечивающие кормовую базу для определенного поголовья и запланированных удоев, а также возможность реализовывать излишки растениеводческой продукции.

С этой целью разработан набор признаков и критериев формирования эффективной структуры видового состава кормовых культур на антропогенно-преобразованных торфяных почвенных комплексах Полесья (рис. 2), который ляжет в основу системы кормопроизводства на основе оптимизации структуры кормовых культур и комплексного применения средств интенсификации с учетом особенностей водного режима.

Набор признаков позволяет комплексно оценить свойства конкретного поля и дискретизировать площадь угодий с учетом водного режима, содержания ОВ и агрохимических характеристик почвы. Этот этап используется на начальной стадии оптимизации для упрощения многокритериальной задачи создания оптимальной системы сельскохозяйственного землепользования.

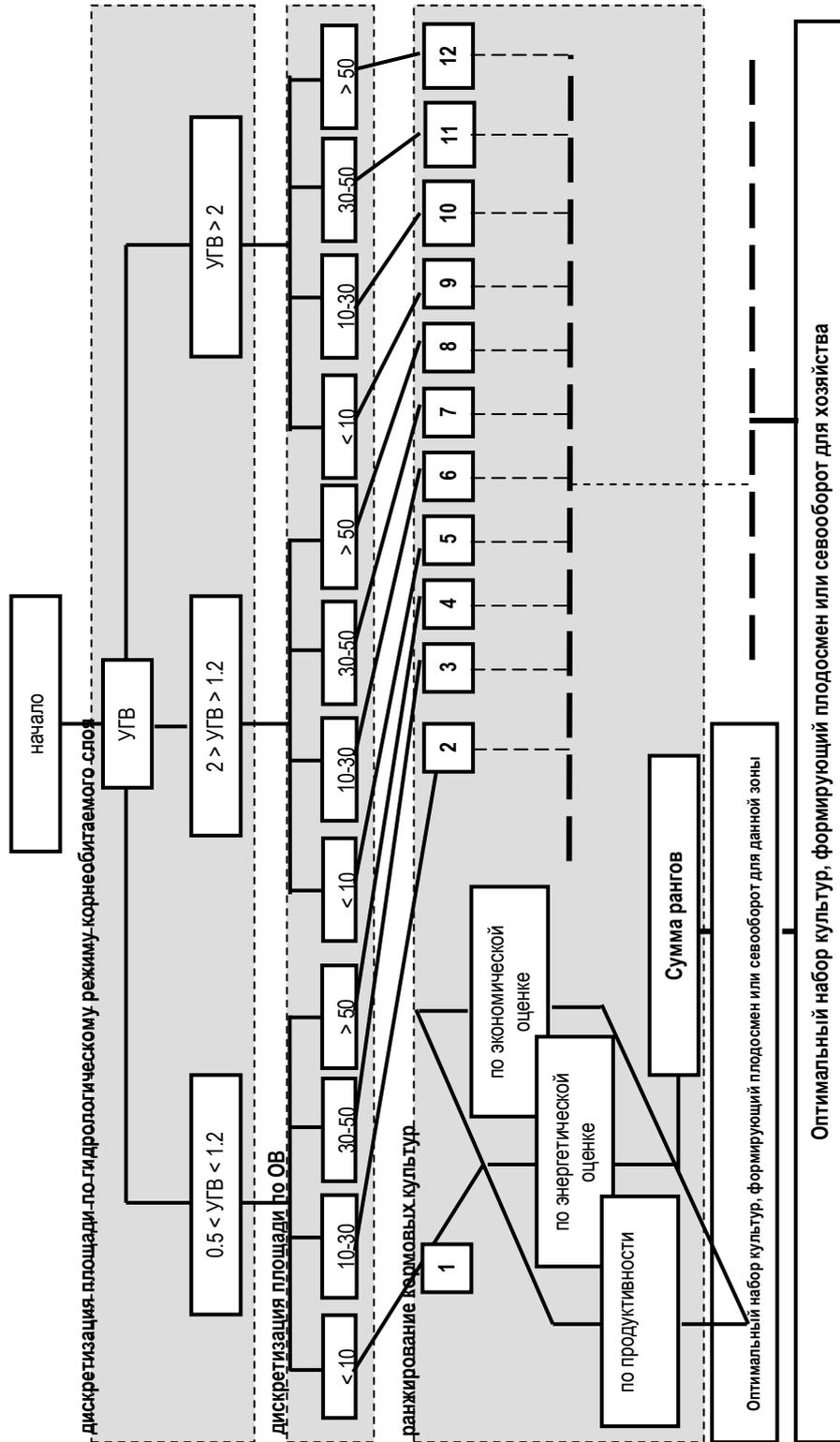


Рис. 2. Блок-схема подготовки исходной информации и применения признаков и критериев формирования эффективной структуры видового состава кормовых культур

Перечень применяемых **признаков**:

1. *Степень водообеспеченности*. Учитывает диапазоны сезонных колебаний УГВ, являющихся лимитирующим фактором в растениеводстве на постторфяных и в особенности на переосушенных торфяно-песчаных почвенных комплексах. Этот признак лежит в основе дискретизации площади по гидрологическому режиму корнеобитаемого слоя.

Градация площадей по УГВ сделана с учетом норм осушения для торфяных почв [11, 12]. Согласно этому подходу, можно выделить следующие диапазоны осушения:

менее нормы – менее 0,5 м;

норма – УГВ в предвесенний период находятся на глубине 0,4-0,5 м (расчетная норма осушения) от поверхности, а в середине вегетационного периода на глубине 1,2-1,4 м (допустимая норма осушения) в зависимости от возделываемых культур и типа севооборотов. При возделывании озимых культур затопление не допускается, а УГВ должны варьировать от 0,6-0,7 м до 1,1-1,2 м к периоду уборки [13];

выше нормы осушения – УГВ в течение вегетационного сезона в диапазоне от 1,2 до 2 м. В весенний период или во время дождливого вегетационного сезона УГВ могут быть на уровне, обеспечивающем минимальную капиллярную подпитку корнеобитаемой зоны;

сильно переосушенные угодья – УГВ более 2 м. Только атмосферный тип увлажнения пахотного слоя.

Таким образом, для оценки почв по УГВ градация площадей должна опираться на следующие диапазоны:

- УГВ более 0,5 м, но менее 1,2 м
- УГВ более 1,2 м, но менее 2 м
- УГВ более 2 м (переосушенные торфяные почвы).

Участки с УГВ менее 0,5 м в дальнейшем не подразделяются по содержанию ОВ, так как они являются подтопленными и могут использоваться только под многолетние злаковые травы, способные переносить длительные периоды затопления.

2. *Уровень содержания ОВ в пахотном горизонте*. Учитывает степень плодородия выбранного участка по содержанию ОВ и лежит в основе дискретизации площадей по этому признаку.

Градация постторфяных почв по содержанию ОВ основана на следующих диапазонах:

ОВ < 10%

10% < ОВ < 30%

30% < ОВ < 50%

50% < ОВ.

Данная градация постторфяных почв сделана с учетом классификации антропогенных торфяных и постторфяных почв, предложенной Институтом мелиорации [3]. По этой классификации антропогенные органоминеральные почвы подразделяются на орга-

номинеральные слабоминерализованные (остаточное содержание ОВ 30-50%), среднеминерализованные (содержание ОВ 15-30%) и минеральные остаточные торфяные, сильно минерализованные (содержание ОВ менее 15%).

В предлагаемой градации нижняя граница диапазона содержания ОВ снижена до менее 10%. Это обусловлено особенно значительной зависимостью продуктивности кормовых культур от содержания ОВ в пахотном горизонте в нижних диапазонах рассматриваемой шкалы (рис. 1).

3. *Уровень содержания подвижных форм фосфора и калия, а также pH почвы* также определяет плодородие почв, но этими признаками на первых этапах отбора кормовых культур, чаще всего, можно пренебречь. Во-первых, постторфяные и торфяно-песчаные почвенные комплексы на сегодняшний день по содержанию этих макроэлементов в основном относятся к слабо- и среднеобеспеченным. Почвенное pH: $5.0-5.5 < \text{pH} < 5.6-6.5$. Во-вторых, минеральные и органические удобрения под кормовые культуры вносят из расчета под планируемый урожай с учетом содержания макроэлементов в пахотном горизонте.

4. *Соответствие условий корнеобитаемой зоны морфологическим особенностям отбираемых культур: потребление влаги (переносимость периодов затопления и/или периодов засухи), отзывчивость на плодородие почв, уровень значимости в кормовом отношении.* Важное значение приобретает организация адаптивного кормопроизводства на основе создания высокопродуктивных агроценозов путем подбора культур и интродукции новых видов, которые наиболее полно используют биоклиматические ресурсы зоны и почвенной разновидности. Взаимодействие морфологических особенностей растений и почвенных условий определяет продуктивность каждой конкретной почвенной разновидности. Специфика данного признака состоит в невозможности формализации алгоритма его расчета, поэтому определение рейтинга той или иной культуры для выбранного дискрета площади проводится по экспертным оценкам.

Критериями оценки целесообразности компоновки кормовых культур в наиболее эффективную структуру, как информационно значимые (согласно закона Парето), приняты продуктивность, энергетическая и экономическая эффективности. Необходимо учитывать приоритет каждой культуры в структуре кормов по продуктивности и/или экономические показатели ее эффективности (затратность, и/или прибыльность, и/или энергоёмкость и т.д.).

Перечень рассмотренных **критериев**:

1. *Продуктивность кормовых культур.* Является основным критерием при решении проблемы валового сбора в хозяйстве. Способность за счет сформированной эффективной структуры видового состава кормовых культур получать корма в объемах, необходимых для пищевого рациона крупного рогатого скота заданной численности.

2. *Энергетическая оценка возделывания кормовых культур и кормов на их основе.* Энергетическая оценка отражает удельные затраты энергии на производство кормов.

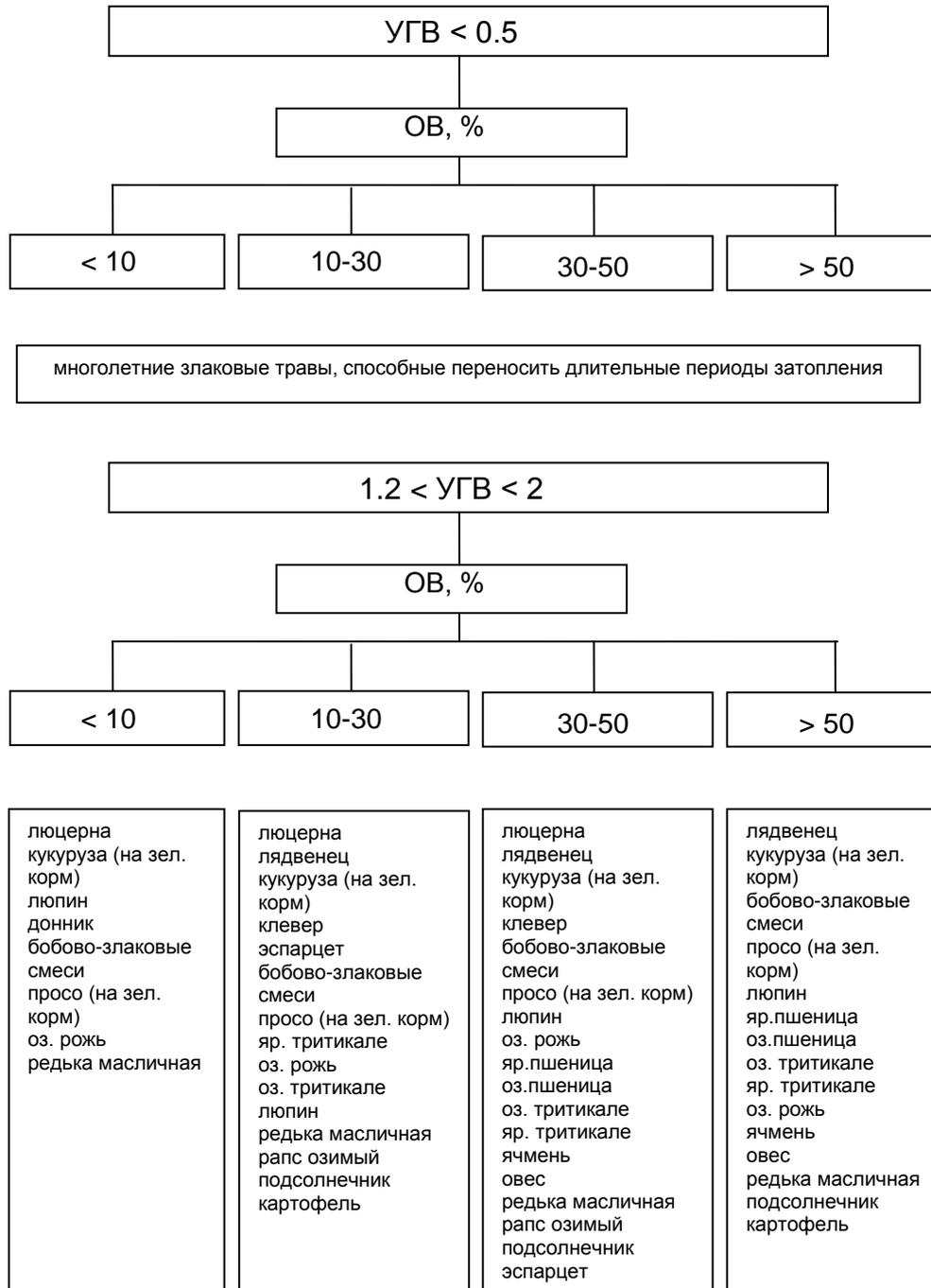
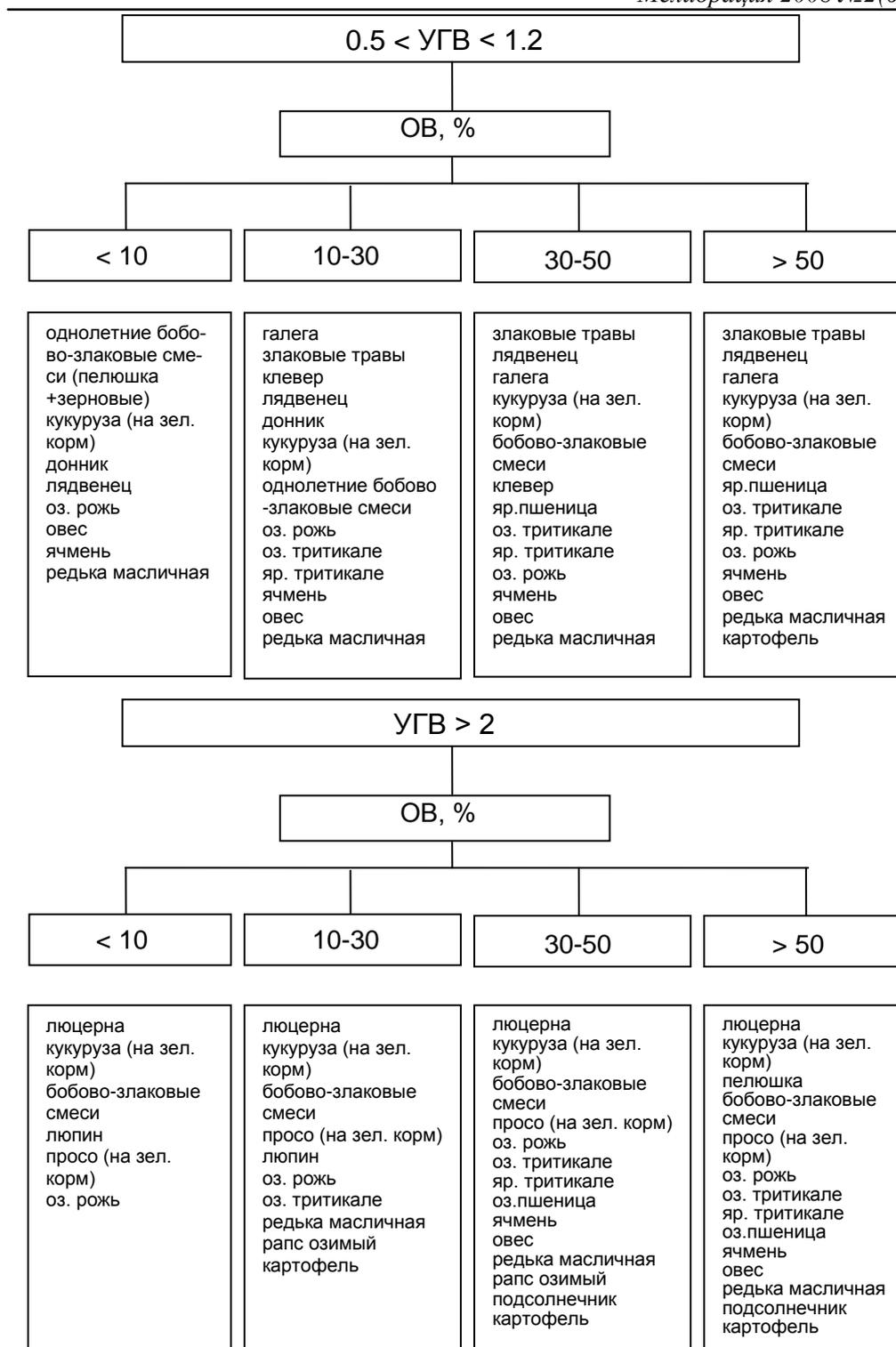


Рис. 3. Перечень культур эффективных в заданных условиях



увлажненности угодий и содержания ОВ в пахотном горизонте

Она позволяет ранжировать кормовые культуры по этому виду затрат и выбирать наиболее выгодные культуры для создания севооборотов и/или плодосмен. Энергетическая оценка позволяет:

сравнивать различные технологии возделывания кормовых культур (их эффективность на различных почвенных разностях и водном режиме);

использовать максимальное число опытных данных, полученных в разных экономических условиях на значительном временном интервале (в данном случае применение экономического сравнения нереально).

3. *Экономическая оценка возделывания кормовых культур и кормов на их основе* может быть сделана по реально существующим ценам (на сегодняшний день), по нормативам или выражена через условную единицу (например, нефтедоллар). Экономическая оценка по реально существующим ценам зависит и изменяется вместе с экономической ситуацией в каждом хозяйстве (дотации на горюче-смазочные материалы, удобрения, регуляторы роста и т.д. не учитываются).

Экономическая оценка, выраженная через объективную единицу – нефтедоллар, будет сравнима с энергетической оценкой, только выражена в долларах США. Так же, как и энергетическая оценка, она позволяет сравнивать затраты на производство кормов и по хозяйствам и даже в различных странах (с учетом техники, форм удобрений т.д.).

4. *Сумма рангов*. Используется для сведения многокритериальной задачи к однокритериальной. Критерий формируется суммированием рейтинговых номеров в ранжированных по продуктивности, энергетической и экономической оценках ряда культур и позволяет выбрать наиболее эффективные решения для каждой почвенной разновидности при очевидном несовершенстве каждой из применяемых оценок.

Какой из критериев или сумму их рангов использовать для создания кормовой базы – решать самому хозяйству исходя из генеральных целей ведения сельскохозяйственного производства:

Валовой сбор. Способность за счет сформированной эффективной структуры видового состава кормовых культур получать корма в объемах, необходимых для пищевого рациона крупного рогатого скота заданной численности, например, при среднегодовых надоях 5000 кг. В этом случае основной критерий ранжирования кормовых культур основывается на максимальной их продуктивности в данных гидрологических и агрохимических условиях.

Эффективность возделывания кормов. Например, возможность за счет минимальных затрат на производство кормов создать систему кормопроизводства, основанную на максимальном использовании в структуре многолетних трав. Ранжирование культур осуществляется по энергетическим и/или финансовым затратам на производство кормов из них.

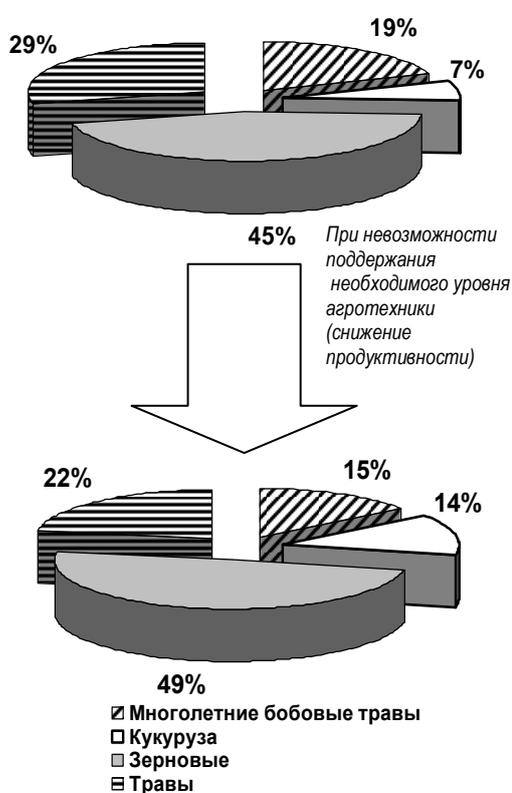


Рис. 4. Изменение структуры посевных площадей в зависимости от продуктивности кормовых культур

19]. В группах культуры ранжированы по удельным энергетическим затратам на получение кормов из них, а также учитывалась объективная необходимость расширения площадей под бобовыми [7, 9].

На примере типовой структуры площадей, занятых под базовыми кормовыми культурами, обеспечивающей возможность организации полноценной кормовой базы с использованием только сработанных торфяников (УГВ в течение вегетационного периода 1,0-1,5 м, содержание ОВ 10-30%) [20], можно видеть, как снижение продуктивности кормовых культур негативно влияет на изменение структуры угодий: происходит уменьшение площадей, занятых под многолетними бобово-злаковыми и бобовыми травами. Количество зерновых и кукурузы возрастет (рис. 4).

В целом это приводит к уменьшению эффективности использования торфяно-песчаных почвенных комплексов в целом (значительное увеличение затрат на производство сельскохозяйственной продукции) и более быстрым процессам трансформации органического вещества.

Сбалансированность корма. Возможность за счет подобранных культур обеспечивать сбалансированные по протеину корма, отвечающие принятым стандартам питательности и качества (сбалансированных и по жизнеобеспечивающим микро- и макроэлементам). Использовать сумму рангов.

Инвариантность продуктивности относительно погодных условий. Максимальная стабильность по продуктивности эффективной структуры по годам на антропогенно-преобразованных торфяных почвенных комплексах в природно-климатических условиях вегетационных периодов. Используется продуктивность и/или сумма критериев.

На рис.3 приведен пример работы системы признаков и критериев для отбора и распределения видового состава кормовых культур с учетом их морфологических особенностей по группам в зависимости от требований к водному режиму и содержанию ОВ в пахотном слое [14-

Выводы

Приведенный набор признаков и критериев, объединенных в систему, является первым этапом разработки системы кормопроизводства на основе оптимизации структуры кормовых культур и комплексного применения средств интенсификации с учетом особенностей водного режима на антропогенно-преобразованных торфяных комплексах Полесья. Эта процедура позволяет упростить сложную оптимизационную задачу до уровня решаемой, при доступном информационном и техническом обеспечении специалистов сельхозпредприятий.

Набор признаков и критериев формирования эффективной структуры видового состава кормовых культур позволяет дискретизировать площади по природным характеристикам почв и дифференцированно подходить к выбору структуры видового состава кормовых культур в зависимости от водных и агрохимических свойств почв, экономических характеристик культур и потребностей хозяйства в кормах.

Комплексный подход, основанный на дискретизации пространства и подборе видового состава кормовых культур, позволит более эффективно использовать осушенные торфяно-песчаные почвенные комплексы Полесья.

Литература

1. Белковский, В. И. Плодородие и использование торфяных почв / В. И. Белковский, В. М. Горошко. – Мн.: Ураджай. – 1991. – 293 с.
2. Скоропанов, С. Г. Проблемы рационального использования сработанных торфяников / С. Г. Скоропанов, Д. Б. Даутина // Мелиорация переувлажненных земель: сб. науч. работ БелНИИМил. – 1997. – Т. XLIV. – С. 3-18.
3. Белковский, В.И. Проблемы сельскохозяйственного использования и повышения плодородия антропогенных почв, формирующихся на месте сработанных торфяников / В. И. Белковский, Д. Б. Даутина, Н. А. Савенкова // Мелиорация переувлажненных земель: сб. науч. работ БелНИИМил. – 2000. – Т. XLVII. – С. 192-208.
4. Гулюк, Г. Г. Рациональное использование осушенных земель с антропогенно-преобразованными почвами / Г. Г. Гулюк, Д. Б. Даутина // Сохранение и повышение продуктивности мелиорируемых земель Центра Нечерноземной зоны России и Беларуси: моногр. / Под общ. ред. Ю. А. Мажайского, А. П. Лихацевича. – Рязань. – 2005. – С. 519-535.
5. Эффективность возделывания кормовых культур на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Белорусского Полесья / Д. Б. Даутина, Л. Н. Лученок, А. С. Мееровский, Э. Н. Шкутов // Мелиорация переувлажненных земель – 2006. - №2(56). – С. 103-117.
6. Лученок, Л. Н. Использование торфяно-песчаных почвенных комплексов Полесья для создания на них эффективной кормовой базы / Л. Н. Лученок // Мелиорация переувлажненных земель – 2007. – №2(58). – С. 105-111.
7. Система лугового и полевого кормопроизводства на антропогенно-преобразованных торфяных почвенных комплексах Полесья: рекомендации / П. И. Бурдук, А. С. Мееровский, Д. Б. Даутина, Л. Н. Лученок и [др.]. – Мн., 2007. – 12 с.
8. Лученок, Л.Н. Возделывание люцерны посевной на антропогенно-преобразованных почвенных комплексах Белорусского Полесья / Л. Н. Лученок // Мелиорация переувлажненных земель – 2007. - №1(57). – С. 102-111.
9. Достижение устойчивой продуктивности кормовых культур на деградированных торфяно-

- песчаных почвенных комплексах Полесья: рекомендации / П. И. Бурдук, А. С. Мееровский, Л. Н. Лученок и [др.]. – Мн., 2007. – 20 с.
10. Боровиков, В.В. Определение эффективности управления уровнями грунтовых вод//В. В. Боровиков, Э.Н. Шкутов / Деп. в ЦБНТИ // Мелиорация и водное хозяйство. – Мн., 1983. – Вып. 12. – 14 с.
 11. Технические условия и нормы проектирования осушительных систем в Белорусской ССР // Под общ. ред. Е. И.Лубяко – Мн. – 1970. – С.16-20.
 12. ТКП 45-3.04-8-2005 (02250). Мелиоративные системы и сооружения: нормы проектирования. – Мн., 2006. – С. 7-9.
 13. Возделывание сельскохозяйственных культур на мелиорированных землях: рекомендации / В. И. Белковский, И. Э. Леуто, С. В. Кулеш и [др.]. – Мн.: Ураджай, 1980. – 93 с.
 14. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В.Г. Гусаков. – Мн.: Бел. наука, 2005. – С.91-414.
 15. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Мн.: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.
 16. Андреев, Н.Г. Луговое и полевое кормопроизводство. – М.: Колос, 1975. – 504 с.
 17. Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / Под общ. ред. М.А. Кадырова. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2005. – 304 с.
 18. Мацкевич, Н.И. Растениеводство. / Н.И.Мацкевич – М.: Высшая школа, 1969. - 512 с.
 19. Основы кормопроизводства // И. Г. Елисеев, Н. В. Мартинчик, Л. Г. Макатерский, Н. Д. Кузьмицкий. – Мн.: Ураджай, 1983. – 255 с.
 20. Лученок, Л. Н. Целесообразность возделывания кормовых культур на торфяных почвенных комплексах Полесья // Л. Н. Лученок, Шкутов Э. Н. / Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 6. – С. 31-35.

Summary

Luchенок L. Conception of Optimization of the Species Composition of the Fodder Crops on the ameliorated Peat Soils of Polesye

The development of the fodder-production system on the anthropogenically converted peat complexes of Polesye based on the optimization of the species composition of the fodder crops, complex application of the intensification means and accounting of the peculiarities of the water regime is being performed. At the present time, the signs and criteria of formation of the efficient structure of the species composition of the fodder crops are determined. The discretization of the agricultural areas according to the natural characteristics of the soils and their water and agrochemical properties has been proposed. It is recommended to choose the species composition of the fodder crops with the account of the economical characteristics of the crops and farm's need for fodders. The proposed complex approach makes it possible to use the drained peat and sand soil complexes of Polesye.

Поступила 29 апреля 2008 г.