

держание в них сырого протеина. Высоким содержанием сырого протеина выделяются лядвенец рогатый в чистом виде и травосмесь клевера лугового и лядвенца рогатого. Со снижением сырого протеина в травах возросло содержание сырой клетчатки. Исключение составляет лядвенец рогатый, здесь содержание сырой клетчатки и сырого протеина на высоком уровне, так как на момент уборки он находился в стадии полного цветения (табл. 4).

Таким образом, возделывание в кормовых севооборотах многолетних трав и их смесей способствует не только улучшению структурно-агрегатного состава дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы, но и повышению их продуктивности и качества.

#### Библиографический список

1. Косолапов В.М. Новый этап кормопроизводства России / В.М. Косолапов // Кормопроизводство. – 2007. – № 5. – С. 3-7.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1989. – 335 с.
3. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М., 1983. – 197 с.

4. Методические указания по проведению полевых севооборотов с кормовыми культурами / под ред. Ю.К. Новоселова. – М.: ВИК, 1987. – 198 с.

5. Моисейченко В.Ф. Основы научных исследований в агрономии / В.Ф. Моисейченко, М.Ф. Трифонова, А.Х. Заверюха и др. – М.: Колос, 1996. – 336 с.

6. Кузнецова И.В. Физические свойства почвы, определяющие эффективность минимальных обработок / И.В. Кузнецова, С.И. Долгов // Земледелие. – 1975. – № 6. – С. 26-28.

7. Левин Ф.И. Вопросы окультуривания, деградации и повышения плодородия почв / Ф.И. Левин. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 92 с.

8. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.

9. Пономарев С.П. Влияние длительности дождей червей на создание устойчивости в эрозионном отношении структуры почвы / С.П. Пономарев // Тр. Юбилейной сессии, посвящ. 100-летию со дня рождения В.В. Докучаева. – М.: АН СССР, 1949. – С. 475-483.

10. Платунов А.А. Развитие и урожайность лядвенца рогатого при подпокровном посеве в условиях Кировской области / А.А. Платунов, Д.Л. Старкова // Кормопроизводство. – 2008. – № 8. – С. 25-27.



УДК 631.95:631.581.1:631.581.2(571.513)

С.М. Чарков

### АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕВООБОРОТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ПАРАМИ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ)

**Ключевые слова:** севооборот, биоэнергетика, совокупная энергия, энергетический коэффициент, чистый ранний пар, донниковый занятый пар, агроэкология.

#### Введение

Республика Хакасия – крупный компактный земледельческий регион юга Средней Сибири, принадлежащий по широтной зональности к степным ландшафтам, окаймленным пересекающимися от-

рогами и хребтами Кузнецкого Алатау, Западного и Восточного Саянов. Из общей площади земельного фонда республики 6156,9 тыс. га и площади земель сельскохозяйственного назначения 1873 тыс. га (30,4%) на долю пашни приходится 687,7 тыс. га, сенокосов и пастбищ – 1185,5 тыс. га. Общая сельскохозяйственная освоенность земель составляет 29%, из них распаханная площадь – 36% [1].

Снижение плодородия и другие факторы деградации сельскохозяйственных угодий, особенно сильно проявившиеся в 60-90-х годах прошлого столетия, как результат несбалансированных хозяйственных и организационно-технических решений, постоянно сказывались на экономической стабильности республики. Разумеется, принимались меры по повышению устойчивости земледелия. Учёными, специалистами, руководителями сельхозпредприятий за эти годы были установлены площади деградированных пахотных земель, степень их эродированности, определены объемы капиталовложений, направленных на приостановление негативных процессов.

Одним из применяемых в Хакасии приемов повышения плодородия и приостановления дальнейшей деградации почв является сидерация. В 1919 г. Д.Н. Прянишников отмечал несомненную целесообразность применения донника в качестве сидеральной культуры [2]. Г.И. Макарова, В.Е. Шевчук и позднее А.М. Берзин отмечают непревзойденность донника как сидерата в степной зоне Сибири [3-5]. В Хакасии изучением донниковых сидератов занимались И.С. Антонов, Н.А. Градобоева, И.С. Антонов, С.М. Чарков и другие [6, 7]. Авторы отмечают положительное влияние донниковых сидератов на плодородие, деградацию почв и т.д. Однако в Хакасии не дана агроэкологическая и биоэнергетическая оценка севооборотов с различными парами, да в прошлом это было не актуально из-за низкой стоимости расходных материалов.

Актуальность данной проблемы возникла при диспаритете цен на сельскохозяйственную продукцию и неадекватном отношении к сельхозтоваропроизводителю.

*Цель работы* – агроэкологическая и энергетическая сравнительная оценка севооборотов с чистым ранним и донниковым занятым парами в степной зоне Хакасии.

#### Объект и метод исследования

Опыты проводились в Боградском районе Республики Хакасия в соответствии с ОСТ 10106-87 в 1988-1993 гг. Агроэкологическая группировка почв характеризуется как степные дефляционно-эрозионно опасные земли куэстово-грядового рельефа до трех градусов с черноземами южными и обыкновенными. Безморозный период здесь составляет 95-105 дней, сумма положительных температур более 10°C – 1600-2000°C, среднегодовых атмо-

сферных осадков выпадает 250-300 мм, дефицит баланса влаги – 250 мм [7].

Объектом исследования выбраны два пятипольных севооборота с чистым ранним отвальным паром (контроль) и занятым донниковым паром, с уборкой донника на корм скоту. Чистый пар после основной отвальной вспашки в течение лета трижды обрабатывался культиватором с целью уничтожения сорняков. В занятом пару донник высевался под покров овса. На следующий год при достижении фазы бутонизации – цветения (обычно 5-10 июля) донник скашивался силосным комбайном КСК-100. Затем на поле проводилась обработка плоскорезом-глубококорыхлителем КПГ-2,2.

Оценка эффективности севооборотов дана с энергетической точки зрения по методике, изложенной А.М. Берзиным и З.И. Михайловой, т.к. существующий диспаритет цен на сельскохозяйственную продукцию и ГСМ не дает объективно оценить севообороты по обычным экономическим расчетам. Оценка энергетической эффективности определена по критериям уравнения:

$$N_1 = Vu / Q \text{ и } N_2 = V / Q,$$

где  $N_1$  – отношение энергии, получаемой в хозяйственно ценной части урожая ( $Vu$  – зерно), к израсходованной совокупной энергии ( $Q$ ) на производство продукции растениеводства;

$N_2$  – отношение энергии, полученной в хозяйственно ценной части урожая и побочной продукции ( $V$  – зерно + солома), к израсходованной совокупной энергии ( $Q$ ) [8].

#### Результаты и обсуждение

В исследованных севооборотах при возделывании и уборке сельскохозяйственных культур авиация и конно-ручной труд не использовались, поэтому затраты совокупной энергии по данным статьям расхода ( $Q_2$  и  $Q_4$ ) равны нулю. Затраты совокупной энергии на основные средства ( $Q_1$ ), используемые оборотные средства ( $Q_3$ ) и трудовые ресурсы ( $Q_5$ ) приведены в таблице 1.

По первому севообороту затрат больше, чем по второму (63166,38 > 57315,34), на 5851,04 МДж/га. Это объясняется тем, что уменьшились затраты на дополнительные расходы, связанные с обработкой почвы.

При возделывании и уборке сельскохозяйственных культур необходимо снижать общие совокупные затраты энергии. Чем

меньше эти затраты, тем эффективнее технология возделывания и уборки сельскохозяйственных культур и в целом севооборота. Энергия, накопленная в урожае за вегетационный период, приведена в таблице 2.

В первом севообороте энергии накопилось меньше, чем во втором, на 72627,1 МДж/га, т.к. чистый пар продукции не дает, а донник был убран на зеленый корм. Следует отметить, что в первом севообороте энергии, накопленной всей биомассой, оказалось больше

затрат совокупной энергии к израсходованной на их возделывание и уборку (203993,7 > 63166,38). Во втором севообороте энергии в биомассе также накопилось больше, чем было израсходовано на ее производство (276620,8 > 57315,34). С биоэнергетической точки зрения все технологические процессы можно считать эффективными. Оценку последнего производят при сопоставлении коэффициентов основной и побочной продукции (табл. 3).

Таблица 1

Затраты совокупной энергии на возделывание сельскохозяйственной продукции в севооборотах, МДж/га

Севообороты	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>5</sub>	Q
№ 1 Пар	562,76	6042,0	242,26	6847,02
Пшеница	2842,25	12830,5	615,60	16288,35
Ячмень	2992,88	11940,6	544,36	15477,84
Одн. травы	719,14	9133,1	459,98	10312,22
Овес	2992,89	10710,4	537,66	14240,95
63166,38				
№ 2 Занятый (донник) пар	510,52	5205,0	70,63	5786,15
Пшеница	2770,01	11809,0	515,94	15094,95
Ячмень	2871,93	11406,4	430,0	14711,33
Одн. травы	533,11	9103,5	407,06	10043,67
Овес + донник	1099,90	10107,0	472,34	11679,24
57315,34				

Таблица 2

Энергия, накопленная в урожае с учетом побочной продукции, МДж/га

Севообороты	МДж/га
№ 1 Чистый пар	0
Яровая пшеница	62595,7
Ячмень	79211,3
Однолетние травы	8375,6
Овес	53811,2
Всего 203993,7	
№ 2 Занятый (донник) пар	8275,5
Яровая пшеница	70510,2
Ячмень	87075,0
Однолетние травы	10930,9
Овес + донник	99829,2
Всего 276620,8	

Таблица 3

Энергетические коэффициенты основной (N<sub>1</sub>) и побочной (N<sub>2</sub>) продукции, МДж/га

Севообороты	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub> + N <sub>2</sub>
№ 1 Чистый пар	0	0	0
Яровая пшеница	1,7	3,8	5,5
Ячмень	2,4	5,1	7,5
Однолетние травы	0	0,8	0,8
Овес	1,6	3,8	5,4
			Всего 19,2
№ 2 Занятый (донник) пар	0	1,4	1,4
Яровая пшеница	2,0	4,7	6,7
Ячмень	2,8	5,9	8,7
Однолетние травы	0	1,1	1,1
Овес + донник	3,6	8,5	12,1
			Всего 30,0

Значения энергетического коэффициента пшеницы, ячменя и овса больше 1 и их возделывание эффективно. Значение  $N_1 + N_2$  во втором севообороте всех культур также выше 1, т.е. энергии в основной и побочной продукции накапливается больше, чем расходуется на ее производство.

По нашему мнению, агроэкологическая сущность этих севооборотов состоит в том, что в чистом раннем пару идет более интенсивная обработка, которая вызывает дефляционные процессы (особенно в весенне-летний период), излишнее рыхление и крошение, нарушается ритм деятельности почвенной биоты и т.д.

Донниковый занятый пар в весенне-летний период защищает поля севооборота от дефляции, способствует накоплению гумуса и микроэлементов, приводит к усилению биологической активности почвенной биоты, а уборка зеленой массы в конце июля на сенаж дает дополнительный корм. Донник накапливает в корнях и стеблях в среднем: азота – 0,48-0,66%, фосфора – 0,10-0,13 и калия – 0,46-0,51%. В подстилочном навозе крупного рогатого скота соотношение  $N:P:K=1:0,5:1$ , то в донниковом занятом паре оно оказалось равным  $1:0,2:0,8$  [7].

Опыты на маломощном слабогумусном среднесуглинистом чернозёме степной зоны Хакасии показали, что за счет возделывания донника можно накапливать на паровых полях от 18 до 34 т/га органического вещества и вместе с ним 160-400 кг/га азота, фосфора и калия. Это означает, что за ротацию на каждое поле в год приходится в среднем до 5 т/га органического вещества и 40-100 кг/га азота, фосфора и калия. Основное количество осадков в Хакасии выпадает во второй половине лета и плоскорезная обработка способствует накоплению влаги, прекращению дефляции, температурный режим благоприятствует активизации микробиологических процессов и происходят другие положительные явления.

### Выводы

1. Затрат совокупной энергии в первом севообороте больше, чем во втором, на 5851,04 МДж/га. Это объясняется уменьшением затрат на дополнительную обработку.

2. В севообороте с занятым донниковым плоскорезным паром может накапливаться от 18 до 34 т/га органического

вещества и 160-400 кг/га азота, фосфора и калия. Это влияет положительно на плодородие почвы, а безотвальная обработка сдерживает процессы дефляции, что имеет существенное значение для степных районов Хакасии.

3. За счет дополнительного органического вещества (урожая) в севообороте с донниковым паром энергии накапливается на 72627,1 МДж/га больше, чем в севообороте с чистым паром по отвальной обработке.

4. С агроэкологической и биоэнергетической точки зрения севооборот с занятым донниковым паром предпочтительнее севооборота с чистым паром, т.к.  $N_1$  и  $N_2$  значительно больше единицы.

### Библиографический список

1. Методические рекомендации и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия юга Средней Сибири / РАСХН, Сиб. отд-ние, НИИ аграрных проблем Хакасии. – Абакан: ООО «Март», 2003. – 109 с.
2. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения / Д.Н. Прянишников. – М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1963. – Т. 3. – С. 447-448.
3. Макарова Г.И. Донник на солонцы / Г.И. Макарова. – Омск, 1961. – С. 12-13.
4. Шевчук В.Е. Донник в Иркутской области / В.Е. Шевчук. – Иркутск, 1960. – С. 28-33.
5. Берзин А.М. Зелёные удобрения в Средней Сибири / А.М. Берзин. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2002. – 395 с.
6. Антонов И.С. Почвозащитные сидеральные пары в Республике Хакасия / И.С. Антонов, Н.А. Градобоева // Плодородие. – 2001. – № 3. – С. 15-17.
7. Антонов И.С. Донниковые зеленые удобрения в земледелии Хакасии / И.С. Антонов, С.М. Чарков, Н.А. Градобоева, Г.А. Оношко, Г.И. Русина, Л.П. Игнатенко; под ред. С.М. Чаркова. – Абакан: Изд-во Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, 2004. – 102 с.
8. Берзин А.М. Агроэкономическая и биоэнергетическая оценка севооборотов и агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / А.М. Берзин, З.И. Михайлова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2000. – 148 с.

