

6. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения всхожести. – Москва: Стандартинформ, 2011. – С. 36-64. – Текст: непосредственный.

7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Альянс, 2014. – 351 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Ayoola, O. (2010). Yield performance of crops and soil chemical changes under fertilizer treatments in a mixed cropping system. *African Journal of Biotechnology*. 9. 4018-4021.

2. Naimi O.I. Vliyaniye guminovogo preparata iz vermikomposta na biometricheskie pokazateli pshenitsy v modelnom opyte // Sb. materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: otechestvennyy i zarubezhnyy opyt».

30 noyabrya 2017 g. – Kemerovo, 2017. – S. 45-484.

3. Tyuterev S.L. Protravlivaniye semyan zernovykh kolosovykh kultur // Prilozheniye k zhurnalu «Zashchita i karantin rasteniy». – 2005. – No. 3. – 43 s.

4. Dolzhenko V.I., Sukhoruchenko G.I., Grishechkina L.D. i dr. Protravlivaniye semyan zernovykh kultur // Prilozheniye k zhurnalu «Zashchita i karantin rasteniy». – 2014. – No. 2. – 40 s.

5. Toropova E.Yu., Stetsov G.Ya. Predposvnoye protravlivaniye semyan (metodicheskie aspekty) // Zashchita i karantin rasteniy. – 2018. – No. 2. – S. 3-7.

6. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения всхожести. – Москва: Стандартинформ, 2011. – С. 36-64.

7. Доспехов В.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Альянс, 2014. – 351 с.



УДК 631.82:631.67(571.150)

В.П. Олешко, А.П. Дробышев
V.P. Oleshko, A.P. Drobyshev

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В КОРМОВОМ СЕВООБОРОТЕ НА ОРОШЕНИИ В УСЛОВИЯХ ПРИОБЬЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

THE EFFECTIVENESS OF FERTILIZER APPLICATION IN IRRIGATED FODDER CROP ROTATION UNDER THE CONDITIONS OF THE ALTAI REGION'S OB RIVER AREA

Ключевые слова: орошение, минеральные удобрения, севооборот, суданская трава, кормовая единица, кукуруза, просо кормовое, люцерна.

Исследования показали, что средства химизации при производстве кормов обеспечивают высокую эффективность. На фоне без орошения от внесения азотно-фосфорно-калийных удобрений в дозе 60 кг действующего вещества (д.в.) урожайность увеличивается на 0,69-1,26 т/га к.ед. При этом окупаемость 1 кг д.в. удобрений находится в пределах 3,8-7,0 к.ед. Максимальную прибавку урожая формирует кукуруза. По выходу кормовых единиц при орошении и на фоне удобрений преимущество обеспечивается посевами суданской травы. В целом по севообороту продуктивность одного орошаемого гектара составила на неободренном фоне 6,38 т к.ед., при внесении НРК – 9,13 т к.ед. На 10 мм оросительной нормы в вариантах без удобрений прибавка урожая составляет 0,207, а на фоне с

удобрениями – 0,395 т кормовых единиц. Наименее продуктивно оросительную воду расходует кормовое просо, где на каждые 10 мм влаги оросительной нормы получено 0,094 т к. ед. Анализ энергетической эффективности применения удобрений показывает, что без применения удобрений КЭЭ при орошении в 1,55 раза меньше, чем на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$. Энергоемкость прибавки урожая от удобрений на орошении снижается с 8,92 до 3,05 МДж/к.ед. Окупаемость удобрений возрастает в 2,3-3,2 раза.

Keywords: irrigation, mineral fertilizers, crop rotation, Sudan grass, fodder unit (FU), maize, fodder millet, alfalfa.

The studies revealed that the application of mineral fertilizers is a highly efficient method for increasing the productivity of forage crops. Under natural moistening, the application of $N_{60}P_{60}K_{60}$, the absolute yield gain ranged from 0.69 to 1.26 t ha FU, or 17.5-33.6%; the payback of

1 kg of primary nutrient - 3.8-7.0 FU. Under irrigation, the yield gain made 1.97-4.27 t ha or 24.2-70.3% respectively with fertilizer payback of 6.0-23.7 FU per 1 kg of primary nutrient. In general, in the crop rotation, the productivity of 1 hectare was 3.49 t of FU on unfertilized rainfed land; the application of NPK fertilizer (60 kg of primary unit per ha) resulted in 4.36 t of FU; under irrigation - 6.38 and 9.13 t of FU, respectively. The productivity of 1 hectare under irrigation increased as compared to the unfertilized rainfed land by 2.89 t of FU; with the application of $N_{60}P_{60}K_{60}$ - by 4.77 t of FU. The analysis of the energy efficiency of irrigation

and fertilizers showed that against unfertilized background the energy efficiency ratio (EER) under irrigation was 1.55 times less than that when applying mineral fertilizers at a rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$, and the energy intensity of a fodder unit of the yield gain was 1.6 times higher. The energy efficiency ratio from fertilizers in the crop rotation under irrigation increased 2.9 times as compared to that of the rainfed land, and the energy intensity of the yield gain from fertilizers under irrigation decreased from 8.92 to 3.05 MJ per FU, or 2.9 times. At the same time, the payback of fertilizers increased 2.3-3.2 times.

Олешко Владимир Петрович, д.с.-х.н., гл. н.с., Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, г. Барнаул. Тел.: (3852) 49-67-28. E-mail: zemledelie.asau@mail.ru.

Дробышев Алексей Петрович, д.с.-х.н., проф., каф. общего земледелия, растениеводства и защиты растений, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: zemledelie.asau@mail.ru.

Oleshko Vladimir Petrovich, Dr. Agr. Sci., Chief Staff Scientist, Federal Altai Research Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul. Ph.: (3852) 49-67-28. E-mail: zemledelie.asau@mail.ru.

Drobyshev Aleksey Petrovich, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of General Agriculture, Crop Production and Plant Protection, Altai State Agricultural University. E-mail: zemledelie.asau@mail.ru.

Введение

В условиях современного земледелия, в том числе и при возделывании кормовых культур, интенсификация продукционного процесса растений невозможна без применения удобрений. В течение длительного времени земледелие юга Западной Сибири испытывает ярко выраженный дефицит основных элементов минерального питания. Согласно мнению академика Г.П. Гамзикова, удобрения являются наиболее окупаемым средством краткосрочного вложения капитала [1]. По сравнению с субъектами европейской части Российской Федерации применение органических и минеральных удобрений на единицу площади пашни в Алтайском крае и Омской области на порядок ниже и в 4-6 раз меньше, чем в соседних Сибирских регионах.

Рассматривая кормовые культуры, следует отметить, что в биологизации и интенсификации технологий их производства имеется много нереализованных резервов [2]. Их изучение и внедрение более прогрессивных методов ведения хозяйства в АПК могут реально обеспечить повышение урожаев, их устойчивости по годам, улучшение биохимического состава кормов и повышение их зоотехнической ценности [3-6].

Необходимость научной проработки вопросов рационального использования пашни за счет применения удобрений в полевом кормопроизводстве, в первую очередь на орошении, и для повышения продуктивности животноводческой отрасли весьма актуальна.

Цель работы – оценить эффективность использования удобрений при возделывании полевых кормовых культур в условиях орошения.

Задачи: определить продуктивность кормовых культур при орошении на разных уровнях минерального питания; дать энергетическую оценку кормовым культурам в условиях орошения в зависимости от применения удобрений.

Объекты и методы

Объектами исследований были посевы кормовых культур на орошении при разных уровнях минерального питания.

Влияние уровней минерального питания при орошении на продуктивность кормовых культур изучалось в кормовом севообороте: просо+люцерна (подсев) – люцерна 1 г.п. – люцерна 2 г.п. – кукуруза – суданская трава. Уровни: без применения удобрений (контроль) и на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Основные методы – пятилетние полевые опыты на стационаре с кормовыми культурами в ФГБНУ ФАНЦА. Исследования выполнялись согласно Методике полевых опытов с кормовыми культурами [7]. Опыты проводились в четырехкратной повторности, размер делянок – 240 м², учетной площадки – 120 м². Орошение проводили среднеструйными дождевальными аппаратами ДД-30. Сроки полива определяли по метеоданным (метод СевНИИГиМ, Циприс) [8] при влажности почвы 70% от НВ.

Результаты исследований

Исследования показали, что средства химизации при производстве кормов обеспечивают высокую эффективность. На фоне без орошения от внесения азотно-фосфорно-калийных удобрений в дозе 60 кг действующего вещества (д.в.) урожайность увеличивается на 0,69-1,26 т/га к.ед. При этом окупаемость 1 кг д.в. удобрений находится в пределах 3,8-7,0 к.ед. (табл. 1). Максимальную прибавку урожая формирует ку-

куруза. По выходу кормовых единиц при орошении и на фоне удобрений преимущество обеспечивается посевами суданской травы.

В целом по севообороту продуктивность одного орошаемого гектара составила на неудобренном фоне 6,38 т к.ед., при внесении N₆₀P₆₀K₆₀ – 9,13 т к.ед.

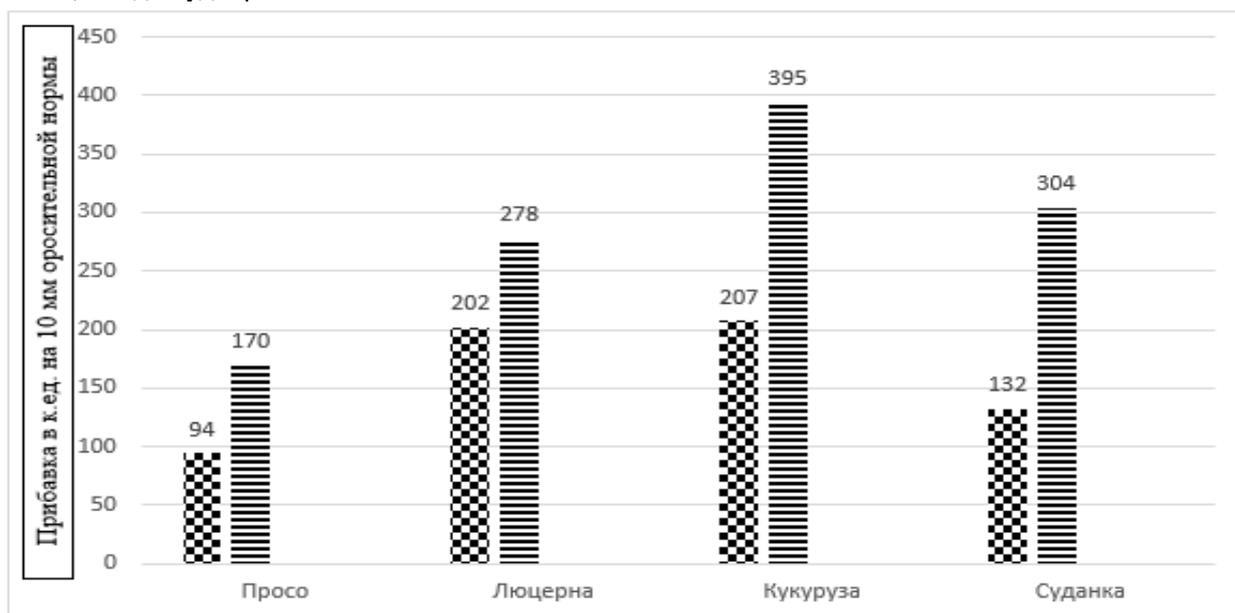
Одним из объективных показателей эффективности орошения является окупаемость орошения прибавкой урожая (рис.).

Таблица 1

Продуктивность кормовых культур в зависимости от применения удобрений при орошении (средняя за 5 лет)

№ поля	Культура севооборота	Фон питания	Сбор, т/га к.ед.	Прибавка от удобрений, т/га к.ед.
1	Просо кормовое + люцерна	Без удобрений	4,01	2,02
		Удобренный	6,03	
2	Люцерна 1 г.п.	Без удобрений	7,85	2,15
		Удобренный	10,00	
3	Люцерна 2 г.п.	Без удобрений	8,02	2,48
		Удобренный	10,50	
4	Кукуруза	Без удобрений	8,03	4,27
		Удобренный	12,30	
5	Суданская трава	Без удобрений	4,01	2,82
		Удобренный	6,83	
С 1 га севооборотной площади		Без удобрений	6,38	2,75
		Удобренный	9,13	

НСР₀₅, т/га для удобрений 0,49.



☒ - без удобрений ☒ - на фоне N60P60K60

Рис. Эффективность использования поливной воды кормовыми культурами в зависимости от фона минерального питания (средняя за 5 лет)

Таблица 2

Энергетическая оценка культур в севообороте в условиях орошения в зависимости от уровня минерального питания (средняя за 5 лет)

№ поля	Культура севооборота	Фон питания	Выход ОЭ, ГДЖ/га	Затраты энергии, ГДЖ/га	КЭЭ	Затраты энергии на 1 к.ед., МДж
1	Просо кормовое + люцерна	б/у	54	11,3	4,80	2,82
		НРК	81	19,9	4,10	3,30
2	Люцерна 1 г.п.	б/у	107	17,2	6,22	2,19
		НРК	136	24,9	5,46	2,49
3	Люцерна 2 г.п.	б/у	109	17,2	6,34	2,14
		НРК	143	25,2	5,67	2,40
4	Кукуруза	б/у	114	20,8	5,48	2,59
		НРК	175	30,4	5,76	2,47
5	Суданская трава	б/у	51	14,4	3,56	3,59
		НРК	87	22,8	3,82	3,34
С 1 га севооборотной площади		б/у	87	16,2	5,37	2,54
		НРК	125	24,6	5,08	2,69

Таблица 3

Энергетическая эффективность минеральных удобрений в кормовом севообороте на орошении (средняя за 5 лет)

Прибавка обменной энергии от удобрения, ГДж/га	Затраты на прибавку от удобрения, ГДж/га	КЭЭ	Затраты энергии на 1 к.ед. прибавки от удобрения, МДж
37,5	8,40	4,46	3,05

Среди изученных культур наиболее рационально использует влагу кукуруза. Как показали расчеты, на 10 мм оросительной нормы в вариантах без удобрений прибавка урожая составляет 207, а на фоне с удобрениями – 395 к.ед. Наименее продуктивно оросительную воду расходует кормовое просо: на каждые 10 мм влаги оросительной нормы получено 94 к.ед.

Урожайность кормовых культур является важным агроэкономическим показателем, однако об экономике производства продукции ее величина еще не позволяет судить объективно. При определении эффективности возделывания кормовых культур необходимо знать стоимость продукции с 1 га, затраты на ее производство, прибыль и рентабельность в расчете на 1 га, себестоимость продукции, а также коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) технологий возделывания кормовых культур и севооборотов в целом.

Анализ энергетической эффективности применения удобрений показывает, что без применения удобрений коэффициент энергетической эффективности при орошении в 1,55 раза меньше, чем на фоне N₆₀P₆₀K₆₀ (табл. 2). Энергоемкость прибавки урожая от удобрений на орошении снижается с 8,92 до 3,05 МДж/к.ед. Окупаемость удобрений возрастает в 2,3-3,2 раза.

Как показали результаты проведенных опытов с кормовыми культурами применение удобрений на орошении как приема интенсификации в севообороте значительно улучшает энергетические показатели (табл. 3).

Таким образом, применение минеральных удобрений под полевые кормовые культуры на орошении оправдано как с точки зрения продуктивности пашни, так и более высокой эффективностью использования поливной воды и энергетических затрат на производство кормов.

Выводы

1. Применение минеральных удобрений повышает продуктивность кормовых севооборотов при орошении на 36-53%. В целом продуктивность орошаемого севооборота на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ возрастает на 109%.

2. На 10 мм оросительной нормы с каждого гектара севооборотной площади можно дополнительно получать на удобренном фоне до 0,287 т к. ед.

3. Без применения удобрений при орошении коэффициент энергетической эффективности в 1,55 раза меньше, чем на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$. Энергоемкость прибавки урожая от удобрений на орошении снижается с 8,92 до 3,05 МДж/к. ед. Окупаемость удобрений возрастает в 2,3-3,2 раза.

Библиографический список

1. Гамзиков, Г. П. Азот в земледелии Западной Сибири / Г. П. Гамзиков. – Москва: Наука, 1981. – 267с. – Текст: непосредственный.

2. Олешко, В. П. Технологические и биологические приемы адаптивной интенсификации в кормовых севооборотах юга Западной Сибири: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Олешко В. П. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 36 с. – Текст: непосредственный.

3. Технология возделывания кормовых культур на орошаемых землях Западной Сибири: рекомендации / В. А. Бенц, В. А. Вязовский, А. Г. Закладная [и др.]; МСХ РФ. – Москва, 1993. – 45 с. – Текст: непосредственный.

4. Олешко, В. П. Полевое кормопроизводство в Алтайском крае: состояние, проблемы и пути решения: монография / В. П. Олешко, В. В. Яковлев, Е. Р. Шукис. – Барнаул: Азбука, 2005. – 319 с. – Текст: непосредственный.

5. Основные направления интенсификации технологий производства кормовых культур в условиях Алтайского края / А. П. Дробышев, В. П. Олешко, В. И. Усенко [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государ-

ственного аграрного университета. – 2019. – № 8 (178). – С. 8-13. – Текст: непосредственный.

6. Эффективность технологий возделывания кормовых культур в условиях умеренно-засушливой степи Алтайского края: рекомендации / А. П. Дробышев, В. П. Олешко, Е. Р. Шукис [и др.]. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019. – 99 с. – Текст: непосредственный.

7. Методика полевых опытов с кормовыми культурами. – Москва, 1971. – 158 с. – Текст: непосредственный.

8. Циприс, Д. Б. Орошение в Нечерноземной зоне / Д. Б. Циприс. – Москва: Колос, 1973. – 191 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Gamzikov, G.P. Azot v zemledelii Zapadnoy Sibiri. – Moskva: Nauka, 1981. – 267 s.

2. Bents, V.A. Tekhnologiya vozdelvaniya kormovykh kultur na oroshaemykh zemlyakh Zapadnoy Sibiri: rekomendatsii / V.A. Bents, V.A. Vyazovskiy, A.G. Zakladnaya i dr. // MSKh RF. – Moskva, 1993. – 45 s.

3. Oleshko, V.P. Polevoe kormoproizvodstvo v Altayskom krae: sostoyanie, problemy i puti resheniya / V.P. Oleshko, V.V. Yakovlev, E.R. Shukis: monografiya. – Barnaul: Izd-vo «Azбуka», 2005. – 319 s.

4. Drobyshev, A.P. Osnovnye napravleniya intensifikatsii tekhnologiy proizvodstva kormovykh kultur v usloviyakh Altayskogo kraya / A.P. Drobyshev, V.P. Oleshko, V.I. Usenko, E.R. Shukis, D.A. Pugach // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No. 8 (178). – S. 8-13.

5. Drobyshev, A.P. Effektivnost tekhnologiy vozdelvaniya kormovykh kultur v usloviyakh umerenno-zasushlivoy stepi Altayskogo kraya: rekomendatsii / A.P. Drobyshev, V.P. Oleshko, E.R. Shukis, V.I. Usenko, D.A. Pugach. – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2019. – 99 s.

6. Metodika polevykh opytov s kormovymi kulturami. – Moskva, 1971. – 158 s.

7. Tsipris, D.B. Oroshenie v Nechernozemnoy zone / D.B. Tsipris. – Moskva: Kolos, 1973. – 191 s.

