

Выход разноцелевого урожая кормовых культур в Акмолинской области Казахстана

Н. В. Малицкая¹✉, О. Д. Шойкин², М. А. Аужанова³

¹ Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан

² Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, Омск, Россия

³ Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетау, Казахстан

✉ E-mail: natali_gorec@mail.ru

Аннотация. Цель – увеличить общий выход урожая кормовых культур для приготовления разноцелевых кормов в экологических условиях Акмолинской области Казахстана. **Научная новизна** заключается в том, что была внедрена зональная схема укосного использования кормовых культур. Экологические факторы и научно обоснованные укосы положительно повлияли на такие элементы структуры урожая, как количество стеблей на 1 м²; вес стебля, г; высота, см, которые позволили увеличить суммарный урожай каждой культуры и общий выход зеленой массы из схемы. Зеленая масса разного развития и, соответственно, химического состава, предназначена для приготовления сочных и витаминизированных кормов. Производство продуктов мясо-молочного направления лежит через доступ животных к качественным, сбалансированным и разнообразным кормам. В Акмолинской области из традиционных культур рекомендуется возделывать кукурузу (*Zea mays*), люцерну (*Medicago varia* Mart) и такую перспективную культуру, как горец забайкальский (*Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai). **Методы.** Исследование «Возделывание кормовых культур для разноцелевых направлений: силоса (кукуруза, горец забайкальский), сенажа (люцерна изменчивая, горец), витаминно-травяной муки (люцерна, горец) в зависимости от схем укосного использования: 1 и 2» было проведено в условиях умеренно-засушливой степи в течение трех лет с 2012 по 2015 г. Учеты и наблюдения проводились в соответствии с методическими указаниями Всероссийского научно-исследовательского института кормов имени В. Р. Вильямса. Экспериментальные данные обрабатывались методом математической статистики в изложении Б. А. Доспехова. **Результаты.** Среди испытанных схем укосного использования результаты по выходу разноцелевого урожая и элементам структуры отличились в схеме 2. Так, у горца забайкальского суммарная урожайность составила 54,72 т/га; у люцерны – 19,12 т/га, у кукурузы – 13,80 т/га. Данную схему рекомендуем использовать в годы с оптимальными экологическими условиями. На зеленую массу культур температура воздуха и осадки влияют по-разному: на урожайность горца забайкальского – на уровне $R^2_{yx} \cdot z$ – 43 %, люцерны – 8 %, кукурузы – 3 %. Обеспеченность сочными и витаминизированными кормами в Акмолинской области составила 42 %, остальные 58 % представлены грубыми кормами и зерноотходами.

Ключевые слова: *Medicago varia* Mart, *Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai, *Zea mays*, урожайность зеленой массы, элементы структуры, укосное использование, направления на корм, экологические факторы.

Для цитирования: Малицкая Н. В., Шойкин О. Д., Аужанова М. А. Выход разноцелевого урожая кормовых культур в Акмолинской области Казахстана // Аграрный вестник Урала. 2022. № 01 (216). С. 21–38. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-216-01-21-38.

Дата поступления статьи: 18.10.2021, **дата рецензирования:** 29.10.2021, **дата принятия:** 11.11.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

В структуре производственных затрат на животноводческую продукцию корма занимают 65–70 % [1, с. 146]. Пищевая ценность местных кормовых видов, идентифицированных в Восточной Танзании, оказалась слишком низкой для удовлетворения потребностей скота в питательных веществах [2, с. 313].

На засушливых землях содержится 50 % мирового поголовья скота и выращивается 44 % мировых продуктов питания. Чрезмерный выпас влияет на истощение пастбищ Центральной Аргентины [3, с. 1].

Чтобы наладить сельскохозяйственную деятельность и продовольственную безопасность без угрозы для глобального биоразнообразия, необходимы более гибкие агроэкологические руководящие принципы, такие как ограничения по времени выпаса скота, скашивание сена и другие. Более качественные корма в сравнении с зерновыми культурами и сеном из простых смесей можно получить, используя экологический подход к полустественным ландшафтам, в том числе используя межвидовой и внутривидовой отбор [4, с. 193].

Доступ сельскохозяйственных животных к качественным кормам лежит в основе системы управления «Корма, выпас, рентабельность», используемой фермерами США для производства продуктов питания мясо-молочного направления [5, с. 535].

В основу нормированного кормления сельскохозяйственных животных положены принципы сбалансированного поедания в соответствии с их физиологической потребностью [6, с. 1–2]. Для обеспечения полноценного кормления животных необходимо разнообразить их рацион сбалансированными кормами.

Для производства сочных и витаминизированных кормов в Акмолинской области рекомендуется возделывать, кроме кукурузы и люцерны, и нетрадиционную кормовую культуру горец забайкальский из семейства гречишных. Культура относится к экологической группе: мезоксерофит, является представителем сухой степи [7, с. 73], относится к разнотравью, например, в Монголии располагается у подножья гор, в траншеях, канавах, в структуре растительности занимает 45–65 % [8, с. 133].

Кукурузу скашивают один раз за вегетационный период, а кормовые травы – два. Технология двукосного использования уже апробирована в природных условиях Северного Казахстана. Производство питательных, высоких и устойчивых урожаев кормовых культур в условиях Акмолинской области Казахстана является актуальным направлением исследования.

Цель – увеличить общий выход урожая кормовых культур для приготовления разноцелевых кормов в экологических условиях Акмолинской области Казахстана.

Задачи:

- установить влияние структурных элементов урожая на урожайность культур в укосном использовании;
- определить влияние экологических факторов (температуры воздуха и атмосферных осадков) на формирование урожайности.

Методология и методы исследования (Methods)

Научный опыт был заложен на опытном поле КГУ им. Ш. Уалиханова в 2012–2015 гг. в рамках исследования «Возделывание кормовых культур для разноцелевых направлений: силоса (кукуруза, горец забайкальский), сенажа (люцерна изменчивая, горец), витаминно-травяную муку (люцерна, горец) в зависимости от схем укосного использования: 1 и 2».

Схема 1. Сравнительная оценка урожайности и общий выход разноцелевого урожая кормовых культур:

1. Кукуруза: укос в фазе молочно-восковой спелости зерна (силос) – контроль.
2. Люцерна изменчивая: первый укос в фазе бутонизации на витаминно-травяную муку, второй укос в фазе цветения на сенаж – контроль.
3. Горец забайкальский: первый укос в фазе бутонизации на витаминно-травяную муку, второй укос в фазе цветения на сенаж и силос.

Схема 2. Сравнительная оценка урожайности и общий выход разноцелевого урожая кормовых культур:

1. Кукуруза: укос в фазе молочно-восковой спелости зерна (силос) – контроль.

Таблица 1
Метеорологические условия степной зоны Акмолинской области за 2012–2015 гг.

Показатели	Месяцы					За вегетационный период
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	
2012						
Температура воздуха, °С	14,2	20,3	22,3	22,3	12,6	18,3
Атмосферные осадки, мм	28,0	104,0	49,0	49,0	20,3	250,3
Гидротермический коэффициент	0,19	0,51	0,21	0,21	0,16	1,28
2013						
Температура воздуха, °С	12,2	17,1	19,2	19,2	11,3	15,8
Атмосферные осадки, мм	45,6	41,2	314,0	145,0	25,9	114,3
Гидротермический коэффициент	0,37	0,24	1,63	0,75	0,22	3,21
2014						
Температура воздуха, °С	15,1	19,9	16,0	18,9	9,8	15,9
Атмосферные осадки, мм	10,3	11,9	144,5	24,6	22,3	213,6
Гидротермический коэффициент	0,06	0,05	0,90	0,13	–	1,14
2015						
Температура воздуха, °С	14,5	20,7	19,1	16,5	11,4	16,4
Атмосферные осадки, мм	39,2	17,3	40,0	18,2	8,7	123,4
Гидротермический коэффициент	0,27	0,08	0,20	0,11	0,07	0,73
Среднегодовое значение						
Температура воздуха, °С	11,9	17,2	19,2	17,0	11,0	15,2
Атмосферные осадки, мм	32,0	45,0	63,0	43,0	27,0	210,0
Гидротермический коэффициент	0,20	0,26	0,32	0,25	0,24	1,27

Table 1
Meteorological conditions of the steppe zone of Akmola region for 2012–2015

Indicators	Months					Growing season
	May	June	July	August	September	
2012						
Air temperature, °C	14.2	20.3	22.3	22.3	12.6	18.3
Atmospheric precipitation, mm	28.0	104.0	49.0	49.0	20.3	250.3
Hydrothermic factor	0.19	0.51	0.21	0.21	0.16	1.28
2013						
Air temperature, °C	12.2	17.1	19.2	19.2	11.3	15.8
Atmospheric precipitation, mm	45.6	41.2	314.0	145.0	25.9	114.3
Hydrothermic factor	0.37	0.24	1.63	0.75	0.22	3.21
2014						
Air temperature, °C	15.1	19.9	16.0	18.9	9.8	15.9
Atmospheric precipitation, mm	10.3	11.9	144.5	24.6	22.3	213.6
Hydrothermic factor	0.06	0.05	0.90	0.13	–	1.14
2015						
Air temperature, °C	14.5	20.7	19.1	16.5	11.4	16.4
Atmospheric precipitation, mm	39.2	17.3	40.0	18.2	8.7	123.4
Hydrothermic factor	0.27	0.08	0.20	0.11	0.07	0.73
Long-term annual average factor						
Air temperature, °C	11.9	17.2	19.2	17.0	11.0	15.2
Atmospheric precipitation, mm	32.0	45.0	63.0	43.0	27.0	210.0
Hydrothermic factor	0.20	0.26	0.32	0.25	0.24	1.27

2. Люцерна изменчивая: первый укос в фазе цветения на сенаж, второй укос в фазе бутонизации на витаминно-травяную муку – контроль.

3. Горец забайкальский: первый укос в фазе цветения на сенаж и силос, второй укос в фазе бутонизации на витаминно-травяную муку.

Варианты в опыте разместили методом рендомизации в трех повторностях.

Площадь опытной делянки составила 70 м² (длина – 10 м, ширина – 7 м). Ширина неучетных частей: защитной дорожки – 2,1 м, межделяночных дорожек – 0,5 м, полос между повторностями – 1 м. Общая площадь опыта составила 5620 м². В пространстве площадь посева люцерны, горца с 2013 по 2015 гг. постепенно расширялась, так как добавлялся возрастной стеблестой первого и второго годов жизни.

Объекты исследования

В настоящих опытах исследовали гибрид кукурузы (*Zea mays*) Целинный 160 СВ. Оригинатором является Казахский НИИ земледелия. Гибрид рекомендован к возделыванию с 1993 г. по Акмолинской, Карагандинской, Костанайской областям.

Сорт раннеспелый: вегетационный период при созревании зерна составляет 97 суток, для силосования – 76–111 суток. Урожайность зерна получена в пределах 4,1–5,8 т/га, сухого вещества – 0,4–0,8 т/га.

Следующим объектом исследования была люцерна изменчивая (*Medicago varia* Mart), сорт Кокше. Выведен Кокчетавской областной сельскохозяйственной опытной станцией, автор – У. Х. Хасенов. Сорт рекомендован к возделыванию в Акмолинской области с 1968 г. [9, с. 26].

Сорт относится к европейской люцерне, пестро-гибридному сорто типу. Сорт среднеспелый, от весеннего отрастания до первого укоса проходит около 63 суток, от первого до второго – 53–55 суток, до хозяйственной спелости семян – 107–117 суток. Зимостойкость и засухоустойчивость высокие. Поражаемость бурой пятнистостью и ложной мучнистой росой слабая. Урожайность зеленой массы составила 9,4 т/га, выход абсолютно сухого вещества – 2,6 т/га.

Третьим объектом исследования стал горец забайкальский (*Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai), сорт Чаглинский. Оригинатор – РГКП «Кокшетауский государственный университет имени Ш. Уалиханова» МОН РК [10, с. 102, 103]. Рекомендуются для возделывания в северных областях Казахстана в сырьевых конвейерах с 2008 г.

Сорт относится к нетрадиционному кормовому долголетнему стержнекорневому виду ботанического семейства Гречишных, является среднеспелым. Урожайность зеленой массы составила 15,8 т/га, абсолютно сухого вещества – 3,9 т/га. Растения достигли средней высоты 123,3 см. Облиственность составила 49,8 %. Зимостойкость и засухоустойчивость оценены в 5,0 балла. Растения поражались мучнистой росой на 8,1 %. Вегетационный период длится 72,5 суток.

Агроклиматические зоны возделывания вышеуказанных объектов исследования, рекомендуемых к использованию, даны в реестре селекционных достижений Республики Казахстан [9, с. 26, 102, 109].

Характеристика места проведения исследования

На границе Западносибирской равнины и Казахского мелкосопочника расположена умеренно-засушливая степь. Почвенный покров опытного поля – чер-

нозем обыкновенный, содержащий 3–4,5 % гумуса, 60 мг нитратного азота, 14 мг подвижного фосфора, 338 мг подвижного калия на 100 г почвы. Экологические факторы с учетом техногенной нагрузки на почву слабо повлияли на ее засоленность [11, с. 57], рН составил 7,85.

Метеорологические условия

В годы исследования (2012–2015) влияние агрометеорологических условий в умеренно-засушливой степи Акмолинской области было различным [12, с. 3].

В 2012 г. май (14,2 °С; 28 мм) был засушливым, что и подтверждает гидротермический коэффициент (ГТК) (0,19). В июне количество осадков как экологический фактор на 59 мм превышает среднеголетний показатель (45 мм) (таблица 1).

В июле и августе выдались засушливые условия, ГТК составил 0,21. Сентябрь стоял засушливым, наблюдались повышение температуры на 1,6 °С и уменьшение осадков на 6,7 мм. За вегетационный период ГТК (1,28) соответствовал среднеголетнему показателю (1,27).

В 2013 г. май и июнь были оптимальными по осадкам (45,6 и 41,2 мм соответственно) и температуре (12,2 и 17,1 °С соответственно). В июле был недобор осадков 31,4 мм по сравнению со среднеголетним показателем 63 мм. В августе наблюдались высокая температура воздуха 19,2 °С и максимальное количество осадков 145 мм. В сентябре условия были оптимальными: 11,3 °С и 25,9 мм. Значение ГТК (3,21) показало, что вегетационный период был избыточно увлажненным.

В 2014 г. метеорологические показатели в мае (15,1 °С; 10,3 мм) были в норме. В июне (19,9 °С; 11,9 мм) стояла засуха. В июле выпало избыточное количество осадков (144,5 мм). В августе земля прогрелась до 18,9 °С после затяжных осадков, растения набирали темп развития. Сентябрь был прохладным (9,8 °С). За вегетационный период 2014 г ГТК (1,14) был оптимальным по метеорологическим условиям.

В 2015 г. в мае (14,5 °С; 39,2 мм) были хорошие условия для роста и развития культур. В июне (20,7 °С) и июле (19,1 °С) отмечались засушливые условия. Август выдался прохладным (16,5 °С) и засушливым (18,2 мм). Сентябрь тоже был засушливым (8,7 мм). В 2015 г. вегетационный период характеризовался как умеренно засушливый, так как ГТК был равен 0,73.

Агротехника в опыте зональная интенсивного типа. Предшественник – чистый пар. Параметры посева: кукурузу сеяли 15–20 мая с нормой высева 35 кг/га (80 000 всхожих семян/га) и шириной междурядий 70 см на глубину 6–8 см. Люцерну – в первой декаде мая, 6,5 кг/га (3 285 713 всхожих семян/га). Горец забайкальский – во второй декаде мая, 3,3 кг/га (250 000 всхожих семян/га). Многолетние культуры высевали через 30 см на глубину соответственно 1–3 и 2–4 см. Скашивали зеленую массу на высоте 10–15 см комбайном GM CLAAS Jaguar 830 RU 600, транспортировали сырье прицепом ROLLAN. Сырье раз-

мещали в определенном временном хранилище до последующего приготовления кормов.

Учеты и анализы

В процессе исследования проводили основные методические учеты и анализы по рекомендациям Всероссийского научно-исследовательского института кормов (ВНИИК) им. В. Р. Вильямса [13, с. 85–110].

1. *Густота стояния* стеблей (второй год жизни), шт/м². Данный учет проводится подсчетом количества растений в фазу отрастания стеблей на единице площади, в данном случае на площади 10 000 см², отмеченной рамкой. Для кукурузы размеры рамки составили (72 × 140 см), для люцерны изменчивой и горца забайкальского – (167 × 60 см).

2. *Фенологические наблюдения*. Определялись сезонные морфологические изменения растений в силу их биологических особенностей. Наблюдения проводили, когда 70 % растений вступали в каждую из основных фаз вегетации. У кормовых культур отмечали даты наступления укосных фаз: у кукурузы – молочно-восковую спелость зерна, у люцерны и горца – фазы бутонизации и цветения.

3. Для определения *высоты* стебля (см) на каждом варианте отбирали по 10 типичных растений в двух несмежных повторностях. Измеряли линейкой высоту стебля у каждого растения, предварительно удалив корневую систему. Определяли среднюю высоту стебля в укосные фазы развития культур.

4. Для определения *веса* стебля (г) на каждом варианте отбирали по 10 типичных растений в двух несмежных повторностях. Определяли вес стебля у каждого растения, предварительно удалив корневую систему. Определяли средний вес стебля в укосные фазы развития культур.

5. *Урожайность зеленой массы, т/га*. Зеленую массу скашивали сплошную с каждой опытной деланки и с двух несмежных повторностей, затем ее взвешивали и учитывали в среднем весе. Урожайность пересчитывали в т/га.

6. Экспериментальные данные обрабатывались математически по Б. А. Доспехову: дисперсионным анализом (HCP_{05}), регрессионным анализом (R^2_{yx*z} , R^2_{z*xy} , R^2_{x*yz} , $Y = a + b_1X + b_2Z$); также определили стандартную ошибку средней выборки ($M \pm SEM$) [14, с. 248–256; 268–290].

Результаты (Results)

В умеренно засушливой степи: температура воздуха и атмосферные осадки как экологические факторы благоприятно отразились на всходах и урожайности кормовых культур.

Сравнительный анализ укосного использования по схеме 1 показал, что дружные всходы и высокую укореняемость горца забайкальского [15, с. 32] получили по весеннему посеву благодаря его неприхотливости к условиям возделывания, экологической пластичности. Урожайность зеленой массы горца в первом укосе (31,35 т/га) (таблица 2) была достоверной ($HCP_{05} = 1,60$) и на 20 % больше, чем во втором (20,89 т/га).

Урожайность люцерны зависит от густоты стеблестоя и мощности растений, а значит, и выживаемости растений [16, с. 46]. Урожайность первого укоса (9,68 т/га) (таблица 2) получили на 2 % меньше, чем по второму (10,25 т/га).

В схеме 1 прибавка зеленой массы у горца забайкальского составила 10,46 т/га, или 20 %, в сравнении с люцерной изменчивой как контрольным вариантом: 0,57, или 2 % (рис. 1).

Высота стебля у люцерны, также была выше в первом укосе (на 1 %): 62 см против 61 см во втором укосе (таблица 2), а линия регрессии показала видимую зависимость урожайности от данного показателя во втором укосе: соответственно 0,4 и 10 % (рис. 2, b).

У горца разница в высоте стеблестоя от первого ко второму укосу была следующей: 100 к 62 (на 46 %), а зависимость урожайности от данного показателя по линии регрессии была получена больше во втором укосе: соответственно 0,04 и 19 % (рис. 2, a). Вес стебля (г) у люцерны был больше во втором укосе в фазе цветения 54,26 к 15,97 (на 54 %), а линия регрессии показала большую зависимость урожайности от данного показателя в первом укосе: соответственно 0,8 и 0,01 % (рис. 2, b).

У горца наиболее тяжелые растения отмечены в первом укосе: 91,49 к 60,99 г, или 20 %, линия регрессии показала зависимость урожайности от данного показателя: соответственно 146 к 0,4 % (рис. 2, a).

Таблица 2
Показатели структуры урожая кормовых культур по схеме укосного использования (1),
в среднем за 3 года (2013–2015 гг.)

Культуры	Дата укосной спелости стеблестоя	Количество стеблей/м ²	Высота одного стебля, см	Вес одного стебля, г	Урожайность зеленой массы, т/га
Первый укос в фазе бутонизации					
Люцерна изменчивая (<i>Medicago varia</i> Mart)	9 июня	1347	62	15,97	9,68
Горец забайкальский (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	15 июня	52	100	91,49	31,35
M ± SEM HCP ₀₅	–	M ± SEM 699 ± 915,70	M ± SEM 81 ± 26,87	HCP ₀₅ 5,06	HCP ₀₅ 1,60
Второй укос в фазе цветения					
Люцерна изменчивая (<i>Medicago varia</i> Mart)	21 июля	600	61	54,26	10,25
Горец забайкальский (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	3 августа	30	62	60,99	20,89
Кукуруза (<i>Zea mays</i>) – первый укос в фазе молочно-восковой спелости зерна	22 августа	7	181	179,43	13,80
M ± SEM HCP ₀₅	–	M ± SEM 212 ± 335,92	M ± SEM 101 ± 68,99	HCP ₀₅ 5,40	HCP ₀₅ 0,62

Table 2
Indicators of the structure of the yield of forage crops according to the scheme mowing use (1),
on average over 3 years (2013–2015)

Cultures	Date of cutting ripeness of the stem	Number of stems/m ²	Height of one stem, cm	Weight of one stem, g	Yield of green mass, t/ha
First cut in the budding phase					
Alfalfa variable (<i>Medicago varia</i> Mart)	June 9	1347	62	15.97	9.68
Trans-Baikal Knotweed (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	June 15	52	100	91.49	31.35
M ± SEM LSD ₀₅	–	M ± SEM 699 ± 915.70	M ± SEM 81 ± 26.87	LSD ₀₅ 5.06	LSD ₀₅ 1.60
Second cut in the flowering phase					
Alfalfa variable (<i>Medicago varia</i> Mart)	July 21	600	61	54.26	10.25
Trans-Baikal Knotweed (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	August 3	30	62	60.99	20.89
Corn (<i>Zea mays</i>) – 1 st cut in the phase of milky-wax ripeness of grain	August 22	7	181	179.43	13.80
M ± SEM LSD ₀₅	–	M ± SEM 212 ± 335.92	M ± SEM 101 ± 68.99	LSD ₀₅ 5.40	LSD ₀₅ 0.62

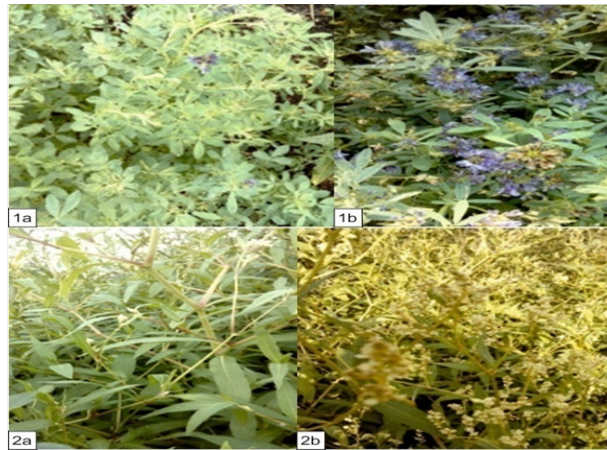


Рис. 1. Укосная спелость кормовых культур в фазах: а) бутонизации, б) цветения.
 1 – *Medicago varia* Mart, 2 – *Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai (Наталья Малицкая, Иван Плачинта, 2020)
 Fig. 1. Cutting ripeness of forage crops in phases: a) budding, b) flowering.
 1 – *Medicago varia* Mart, 2 – *Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai (Natalya Malitskaya, Ivan Plachinta, 2020)

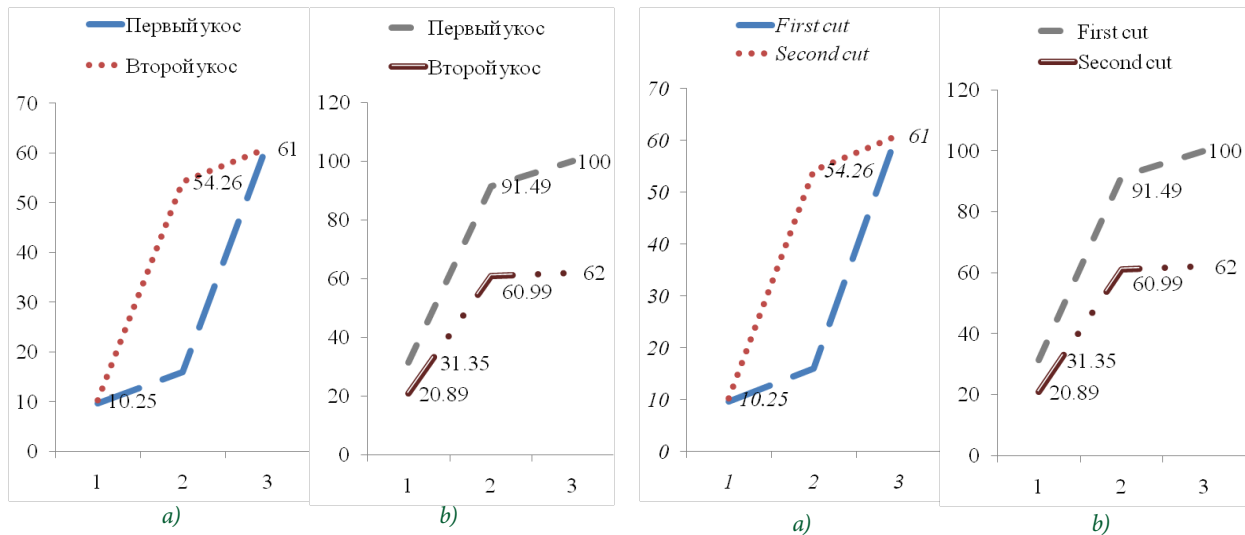


Рис. 2. Линии регрессии зависимости (R^2_{yx*z}) урожайности Y (т/га) от элементов структуры: высоты стебля Z (см) и веса стебля X (г) у кормовых культур между первым и вторым укосами в схеме укосного использования 1: а) люцерны изменчивой, б) горца забайкальского

Fig. 2. Regression lines of the dependence (R^2_{yx*z}) of yield Y (t/ha) on structural elements: stem height Z (cm) and stem weight X (g) for forage crops between the first and second mows in the mowing pattern 1: а) alfalfa variable, б) Trans-Baikal Knotweed

Кормовая зрелость люцерны зависит от соотношения листьев и стеблей: если оно неравномерное, то увеличивается урожайность, но снижается питательная ценность сырья [17, с. 406].

Сравнительная оценка укосного использования по схеме 2 показала, что первый укос трав был больше, чем второй. Укосы люцерны заготавливают в зависимости от внешних параметров развития [18, с. 1]. Так, у люцерны изменчивой весовое отношение в зеленой массе между первым и вторым укосами составило 12,35 к 6,77 т/га, или 30 % (таблица 3).

Первый укос в фазе цветения как относительный показатель, по данным исследователей G. Guo,

C. Shen и др. из сельскохозяйственного университета Shanxi уточняется так: скашивать зеленую массу лучше в начале цветения, исходя из пищевой ценности, характеристик ферментации и перевариваемости силоса люцерны в рубце животных [20, с. 1–2]. Выращивание экологически устойчивых растений люцерны изменчивой в смеси со злаковыми видами и использование в конвейерных условиях приводят к улучшению качества сырья и повышению его питательности для эффективного потребления сельскохозяйственными животными сухого вещества сена и сенажа [21, с. 58].

В схеме укосного использования (2) урожайность первого укоса горца также достоверно ($HCP_{05} = 1,22$) превышала таковую во втором: 39,28 к 15,44 т/га, или 44 % (таблица 2) [22, с. 12].

В схеме 2 прибавка зеленой массы была получена у горца забайкальского: 23,84 т/га, или 44 %, в сравнении с люцерной изменчивой как контрольным вариантом (5,58, или 30 %) превышение составляет 14 %.

Линейный рост стебля (см) как важный фактор, влияющий на урожайность в зависимости от высоты среза зеленой массы [23, с. 1], также был выше в первом укосе: у люцерны – 73 к 41 см, или 56 %, линия регрессии была тождественной: соответственно 47 и 15 % (рис. 3, а).

У горца прослеживалась вышеуказанная тенденция: 122 к 51 см – 81 %, а линия регрессии показала большую зависимость урожайности зеленой массы от высоты стебля во втором укосе: соответственно 1 и 16 % (рис. 3, б).

Вес стебля был больше во втором укосе у люцерны в соотношении: 56,82 к 16,65 г (на 54 %), а линия регрессии показала обратную зависимость урожайности от данного показателя в первом укосе: соответственно 33 и 1 % (рис. 3, а).

У горца стебли в первом укосе (102,14 г) были мощнее, чем во втором (54,10 г), на 30 %, HCP_{05} составила соответственно 6,23 и 2,42 г, линия регрессии была в соотношении 26 и 2 % (рис. 3, б).

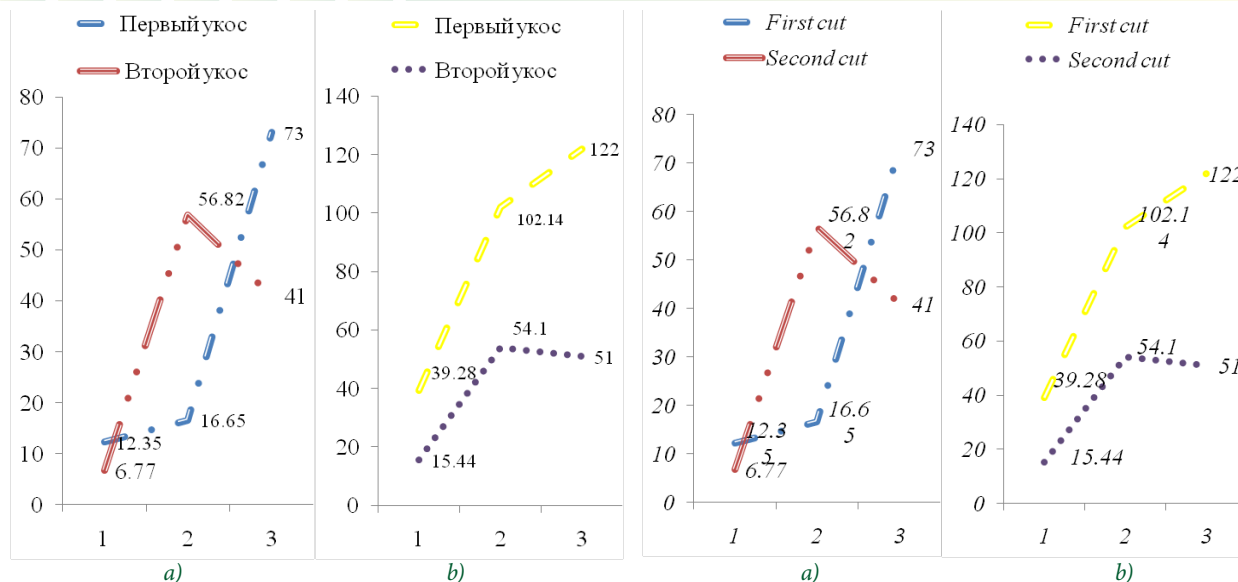
Таблица 3
Показатели структуры урожая кормовых культур по схеме укосного использования (2), в среднем за 3 года (2013–2015 гг.)

Культуры	Дата укосной спелости стеблестоя	Количество стеблей на 1 м ²	Высота одного стебля, см	Вес одного стебля, г	Урожайность зеленой массы, т/га
Первый укос в фазе цветения					
Люцерна изменчивая (<i>Medicago varia</i> Mart)	18 июня	1347	73	16,65	12,35
Горец забайкальский (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	1 июля	52	122	102,14	39,28
Кукуруза (<i>Zea mays</i>) – укос в фазе молочно-восковой спелости зерна	22 августа	7	181	179,43	13,80
$M \pm SEM$ HCP_{05}	–	$M \pm SEM$ 468 ± 760,99	$M \pm SEM$ 125 ± 54,07	HCP_{05} 6,23	HCP_{05} 1,22
Второй укос в фазе бутонизации					
Люцерна изменчивая (<i>Medicago varia</i> Mart)	18 июля	600	41	56,82	6,77
Горец забайкальский (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	12 июля	30	51	54,10	15,44
$M \pm SEM$ HCP_{05}	–	$M \pm SEM$ 315 ± 403,05	$M \pm SEM$ 46 ± 7,07	HCP_{05} 2,42	HCP_{05} 0,73

Table 3
Indicators of the structure of the yield of forage crops according to the scheme mowing use (2), on average over 3 years (2013–2015)

Cultures	Date of cutting ripeness of the stem	Number of stems/m ²	Height of one stem, cm	Weight of one stem, g	Yield of green mass, t/ha
First cut in the flowering phase					
Alfalfa variable (<i>Medicago varia</i> Mart)	June 18	1347	73	16.65	12.35
Trans-Baikal Knotweed (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	July 1	52	122	102.14	39.28
Corn (<i>Zea mays</i>) – cut in the phase of milky-wax ripeness of grain	August 22	7	181	179.43	13.80
$M \pm SEM$ LSD_{05}	–	$M \pm SEM$ 468 ± 760.99	$M \pm SEM$ 125 ± 54.07	LSD_{05} 6.23	LSD_{05} 1.22
The second cut in the budding phase					
Alfalfa variable (<i>Medicago varia</i> Mart)	July 18	600	41	56.82	6.77
Trans-Baikal Knotweed (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	July 12	30	51	54.10	15.44
$M \pm SEM$ LSD_{05}	–	$M \pm SEM$ 315 ± 403.05	$M \pm SEM$ 46 ± 7.07	LSD_{05} 2.42	LSD_{05} 0.73

Агротехнологии



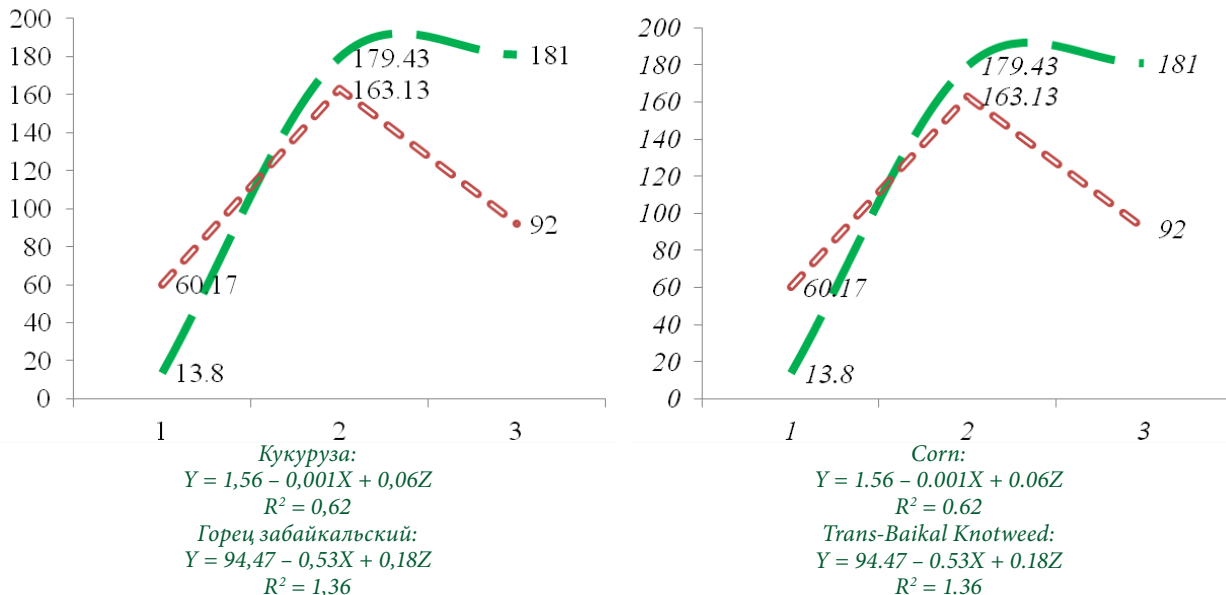
<p>Первый укос: $Y = 17,54 + 0,29X - 0,13Z$ $R^2 = 0,34$</p> <p>Второй укос: $Y = 11,65 - 0,01X - 0,09Z$ $R^2 = 0,16$</p>	<p>Первый укос: $Y = 45,28 + 0,07X - 0,11Z$ $R^2 = 0,26$</p> <p>Второй укос: $Y = 23,83 - 0,01X - 0,14Z$ $R^2 = 0,07$</p>	<p>First cut: $Y = 17,54 + 0,29X - 0,13Z$ $R^2 = 0,34$</p> <p>Second cut: $Y = 11,65 - 0,01X - 0,09Z$ $R^2 = 0,16$</p>	<p>First cut: $Y = 45,28 + 0,07X - 0,11Z$ $R^2 = 0,26$</p> <p>Second cut: $Y = 23,83 - 0,01X - 0,14Z$ $R^2 = 0,07$</p>
---	---	--	--

Рис. 3. Линии регрессии зависимости (R^2yx^*z) урожайности Y (т/га) от элементов структуры: высоты стебля Z (см) и веса стебля X (г) у кормовых культур между первым и вторым укосами в схеме укосного использования 2:

Fig. 3. Regression lines of the dependence (R^2yx^*z) of yield Y (t/ha) on the structure elements: stem height Z (cm) and stem weight X (g) for forage crops between the first and second mows in the mowing pattern 2:

a) люцерны изменчивой, б) горца забайкальского
 — Кукуруза — Горец забайкальский

— Corn — Trans-Baikal Knotweed



Кукуруза:
 $Y = 1,56 - 0,001X + 0,06Z$
 $R^2 = 0,62$

Горец забайкальский:
 $Y = 94,47 - 0,53X + 0,18Z$
 $R^2 = 1,36$

Corn:
 $Y = 1,56 - 0,001X + 0,06Z$
 $R^2 = 0,62$

Trans-Baikal Knotweed:
 $Y = 94,47 - 0,53X + 0,18Z$
 $R^2 = 1,36$

Рис. 4. Линии регрессии зависимости (R^2yx^*z) урожайности Y (т/га) от элементов структуры: высоты стебля Z (см) и веса стебля X (г) у кормовых культур: а) кукурузы (укос в фазе молочно-восковой спелости зерна), б) горца забайкальского (в сумме за 2 укоса в фазе цветения)

Fig. 4. Regression lines of the dependence (R^2yx^*z) of yield Y (t/ha) on the structure elements: stem height Z (cm) and stem weight X (g): а) corn (cut in the phase of milky-wax ripeness of grain), б) Trans-Baikal Knotweed (in total for 2 mows in the flowering phase)

Сравнительная урожайность горца с кукурузой. Горец за 2 укоса в фазе цветения превзошел кукурузу в соотношении: 60,17 к 13,80 т/га, разница составила 62 % (таблицы 2 и 3).

Кукуруза обеспечивает устойчивое производство кормов по годам. Производство силоса с высоким содержанием обменной энергии в силосных конвейерах зависит от возделывания различных по скороспелости

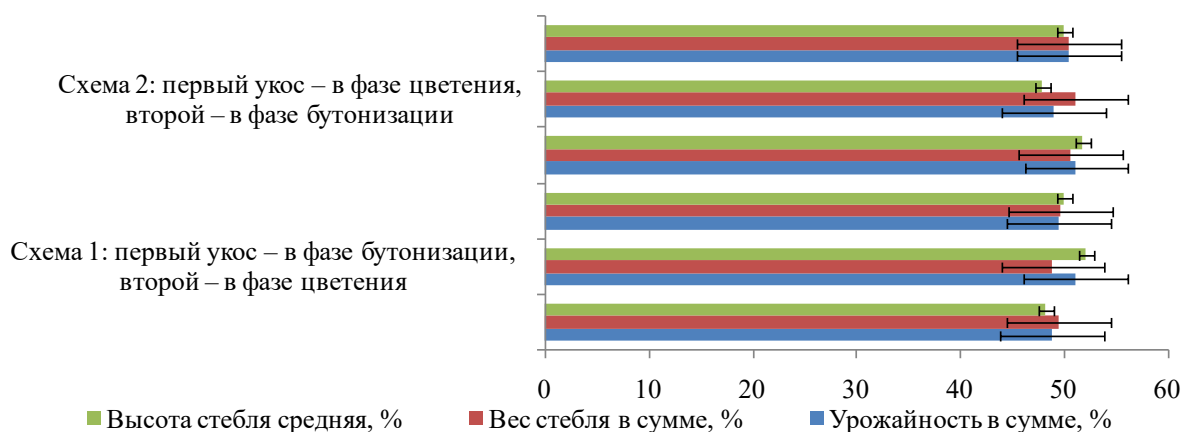


Рис. 5. Суммарное использование кормовых культур в схемах 1 и 2, в среднем за 3 года (2013–2015 гг.)

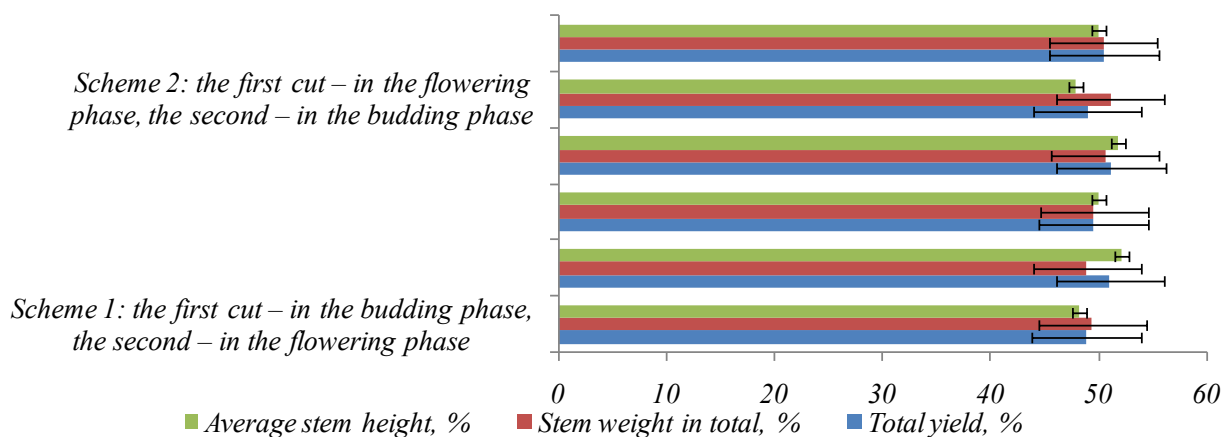


Fig. 5. Total use of forage crops in schemes 1 and 2, on average over 3 years (2013–2015)

сти гибридов [24, с. 16]. Соответственно, вес одного стебля у кукурузы (179,43 г) превзошел вес стебля горца (163,13 г) на 5 % (рис. 4, а), а линия регрессии показала большую зависимость урожайности от данного показателя в пользу горца забайкальского: соответственно 70 и 0,01 % (рис. 4, б).

Средняя высота стебля у кукурузы составила 181 см, преимущество в 32 % отметили перед горцем (92 см), по линии регрессии культуры показали одинаковое влияние высоты стебля на урожайность на уровне 64 % (рис. 4).

Урожайность зеленой массы в сумме за 2 укоса у люцерны и горца забайкальского отличалась между схемами. Так, у горца урожайность была больше в схеме 2 (54,72 т/га, или 51,15 %), в то время как в схеме 1 она составила 52,24 т/га, или 48,84 %, разница – 2,31 %.

У люцерны, наоборот, в схеме 1 урожайность в сумме составила 19,93 т/га, или 51,03 %, что больше, чем в схеме 2: 19,12 т/га, или 48,96 %, разница – 2,07 % (рис. 5). Разница между горцем забайкальским и люцерной изменчивой по урожайности была в пользу первой культуры на 0,12 %.

Вес стебля у горца увеличивается пропорционально урожайности. В схеме 2 он составил 156,24 г, или 50,6 % (от суммарного веса стебля из двух схем укосного использования), в схеме 1 – 152,48 г, или

49,39 %, разница в весе в пользу схемы 2 составила 1,21 %. Высота стебля у горца изменяется соответственно его весу, наибольшей она оказалась в схеме 2: 87 см, или 51,78 % (от средней высоты стебля из двух схем укосного использования), в то время как в схеме 1 составила 81 см, или 48,21 %, растения были выше на 3,57 % в схеме 2.

Показатель структуры урожая: вес стебля у люцерны показал обратную пропорциональную зависимость от урожайности. В схеме 1 вес стебля (70,23 г, или 48,87 %), был меньше на 2,25 %, чем в схеме 2 (73,47 г, или 51,12 %). Между высотой стебля у люцерны и урожайностью наблюдается прямая зависимость. В схеме 1 она составила 62 см, или 52,1 %, в схеме 2 была меньше: 57 см, или 47,89 %, разница по высоте стебля составила 4,21 % в пользу схемы 1.

По общему выходу урожая культур из схемы укосного использования наиболее продуктивной оказалась схема 2: 87,64, или 50,48 %, в то время как в схеме 1 – 85,97, или 49,51 %, разница составила 0,97 %.

Элемент структуры урожая: вес стебля (в сумме у культур из схемы) в схеме 2: 409,14 г, или 50,43 % (от общего веса из двух схем укосного использования), был больше на 0,87 %, чем в схеме (402,14 г, или 49,56 %). Среднюю высоту стебля между укосными фазами развития культур получили одинаковой в обеих схемах: 108 см, или 50 % (от средней высоты стебля из двух схем).

По данным регрессионного анализа учитывали связь между урожайностью зеленой массы и элементами структуры урожая. Так, у горца забайкальского она составила в схеме 1 укосного использования 18 %, в схеме 2 – 33 %. Взаимосвязь урожайности горца с высотой стебля $R^2z*xу$ между схемами 1 и 2 составила 19 к 17 %, с его весом $R^2x*уz$ – 146 к 28 %.

У люцерны взаимосвязь составляет 11,09 к 50 %; 10,4 к 62 %; 0,81 к 34 % соответственно. У кукурузы влияние элементов структуры на урожайность составило 62 %, высоты стебля – 64 %, веса – 0,01 %.

Также имеется взаимосвязь между общим выходом разноцелевого урожая кормовых культур и экологическими факторами. Влияние температуры воздуха $R^2x*уz$ составило 16 к 80 %, осадков (дождя) $R^2z*xу$ – 22 к 73 %.

Зависимость урожайности от атмосферных осадков у горца забайкальского больше в схеме 2 (рис. 6, а), чем в схеме 1 (рис. 6, б): 23 к 13 %. У люцерны вышеуказанная зависимость соответствовала горцу: 0,09 к 0,01 %. Кукуруза использует осадки в обеих схемах одинаково и меньше, чем у горца забайкальского: 1 к 1 % (рис. 6). Влияние температуры воздуха у горца было сильнее в схеме 2 (рис. 6, а: 32 к 16 %), чем у люцерны в схеме 1 (рис. 6, б: 21 к 3 %), и больше, чем у кукурузы: 0,2 к 0,2 %.

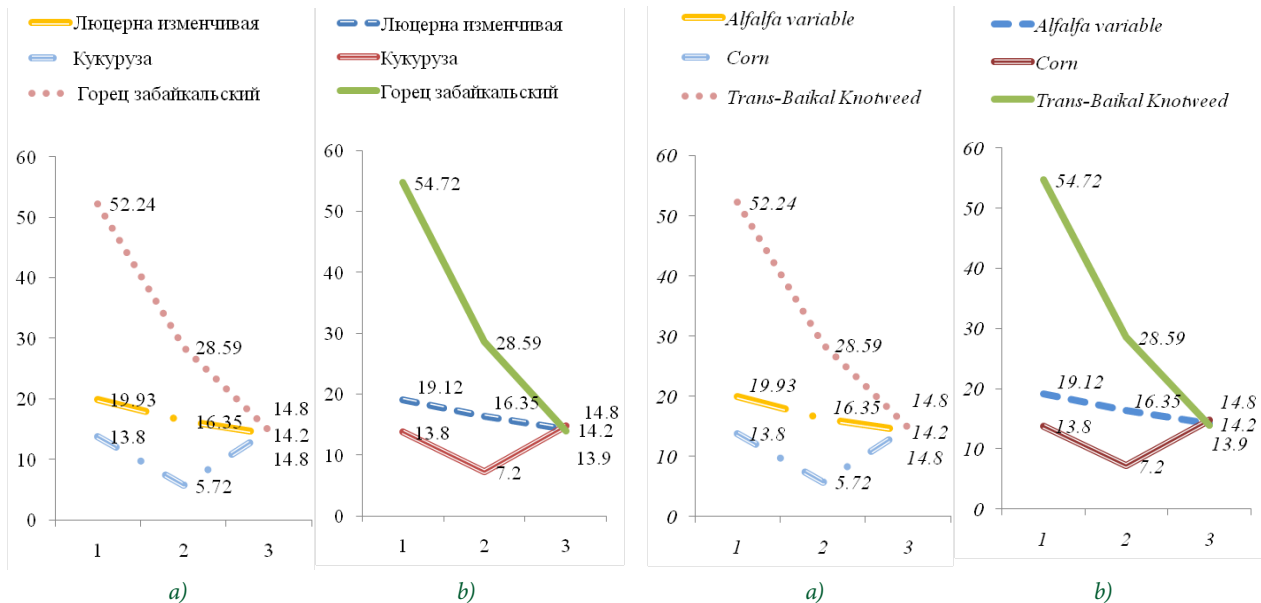
Следовательно, совместное влияние экологических факторов на общий выход разноцелевого урожая для кормовых культур в схеме 2 был больше у люцерны (23 %), затем у горца (13 %), чем в схеме 1, соответственно на 2 и 1 %, у кукурузы – на 3 %.

Общее влияние и укосного использования и экологических факторов на выход урожая у люцерны в схеме 1 составило 69,81 %, у горца в схеме 2 – 231 %, у кукурузы – 130 %.

Следовательно, сочетание культур в схеме укосного использования дает возможность увеличить разноцелевой выход урожая и, соответственно, кормов – сочных и витаминизированных.

В экологических условиях Северного Казахстана производят качественное сырье, скашивая в рекомендованную укосную схему. Последнее зависит от наличия влаги в назначенном сырье для приготовления кормов. Так, сырье для витаминно-травяной муки косят в фазу бутонизации, когда влажность сырья в среднем по двум схемам укосного использования составляет 86 %, сенаж и силос – в фазе цветения, здесь влажность сырья составляет 81 % (таблицы 4 и 5).

В процессе приготовления кормов из вышепредставленного качества сырья происходит его убыль, в итоге снижается их вес. Чистый выход корма в зависимости от назначения составляет от 8 до 85 %. Су-



Люцерна изменчивая:
 $Y = 17,11 + 0,009X + 0,18Z$
 $R^2 = 0,23$
Кукуруза:
 $Y = 14,40 - 0,05X + 0,01Z$
 $R^2 = 0,03$
Горец забайкальский:
 $Y = 40,64 + 0,18X + 0,63Z$
 $R^2 = 0,13$

Люцерна изменчивая:
 $Y = 14,73 + 0,02X + 0,27Z$
 $R^2 = 0,02$
Кукуруза:
 $Y = 14,40 - 0,05X + 0,01Z$
 $R^2 = 0,03$
Горец забайкальский:
 $Y = 40,16 + 0,07X + 0,93Z$
 $R^2 = 0,01$

Alfalfa variable:
 $Y = 17,11 + 0,009X + 0,18Z$
 $R^2 = 0,23$
Corn:
 $Y = 14,40 - 0,05X + 0,01Z$
 $R^2 = 0,03$
Trans-Baikal Knotweed:
 $Y = 40,64 + 0,18X + 0,63Z$
 $R^2 = 0,13$

Alfalfa variable:
 $Y = 14,73 + 0,02X + 0,27Z$
 $R^2 = 0,02$
Corn:
 $Y = 14,40 - 0,05X + 0,01Z$
 $R^2 = 0,03$
Trans-Baikal Knotweed:
 $Y = 40,16 + 0,07X + 0,93Z$
 $R^2 = 0,01$

Рис. 6. Линии регрессии зависимости (R^2yx*z) урожайности Y (т/га) у кормовых культур (люцерны изменчивой, кукурузы, горца забайкальского) от осадков дождя Z (мм) и температуры воздуха X (°C):
 а) по схеме 1: бутонизация – цветение,
 б) по схеме 2: цветение – бутонизация

Fig. 6. Regression lines of the dependence (R^2yx*z) yield Y (t/ha) for forage crops (alfalfa variable, corn, Trans-Baikal Knotweed) from rainfall Z (mm) and air temperature X (°C):
 а) according to scheme 1: budding – flowering,
 б) according to scheme 2: flowering – budding

хое вещество подтверждает его химический состав по сбалансированности. В витаминно-травяной муке среднее содержание сухого вещества 90 % соответствует I классу, так как по ГОСТ 18691-88 [25, с. 2] оно составляет 88–91 %. В сенаже сухого вещества содержится в среднем 50 %, что соответствует I классу, по ГОСТ 23637-90 [26, с. 3] оно составляет 40–55 %. В силосе количество сухого вещества составляет 16 % для горца забайкальского (данное качество силоса относится к III классу) и 20 % для кукурузы – II класс в соответствии с ГОСТ 23638-90 [27, с. 2].

Следовательно, оптимальная норма выхода кормов, кроме качества сырья, в соответствии с выше-названными ГОСТами, зависит и от первоначальной массы урожая.

Лучший общий выход разноцелевых кормов получили в схеме 2: 8,90 т/га, или 58 % (от выхода кормов в сумме из двух схем укосного использования), разница со схемой 1 (6,37, или 42 %) составила 2,53 т/га, или 16 %.

В схеме 2 больше получили сочных кормов, в первую очередь силоса (5,53 т/га, или 58 %) (от суммар-

ного выхода данного корма из двух схем укосного использования), затем сенажа (3,12 т/га, или 63 %), чем в схеме 1: соответственно 3,93, или 42 %, и 1,82, или 37 %. В схеме 1 больше получили витаминно-травяной муки 0,62 т/га, или 71 % (от выхода корма в сумме из схем: 1 и 2), а в схеме 2 – 0,25 т/га, или 29 %.

Наибольший общий выход разноцелевых кормов отмечен у горца забайкальского в схеме 2: 4,88 т/га, или 65 % (от использования из двух укосных схем), а в схеме 1 он составил 2,63, или 35 %; у люцерны изменчивой – соответственно 1,49, или 55 %, и 1,21, или 45 %; у кукурузы – в обеих схемах 2,53, или 50 %.

Нормы данных кормов, предназначенных для скормливания сельскохозяйственным животным, в рационе кормления зависят от коэффициентов переваримости химических компонентов, входящих в их состав. Кроме этого, рацион кормления также зависит от живого веса сельскохозяйственных животных, их продуктивности или функционального назначения.

Разноцелевой выход кормов в Акмолинской области позволяет обеспечить рацион кормления сельскохозяйственных животных на 42 %.

Таблица 4
Выход разноцелевых кормов из схемы укосного использования (1), в среднем за 3 года (2013–2015 гг.)

Культуры	Урожайность зеленой массы, т/га	Урожайность абсолютно сухой массы, т/га	Влажность массы, %	Содержание сухого вещества в корме, %	Выход корма	
					т/га	%
Первый укос в фазе бутонизации на витаминно-травяную муку						
Люцерна изменчивая (<i>Medicago varia</i> Mart)	9,68	1,64	83	88	0,19	12
Горец забайкальский (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	31,35	4,37	86	90	0,43	10
M ± SEM HCP ₀₅	HCP ₀₅ 1,60	HCP ₀₅ 0,21	M ± SEM 85 ± 2,12	M ± SEM 89 ± 1,41	HCP ₀₅ 0,02	M ± SEM 11 ± 1,41
Итого сырья на витаминно-травяную муку	41,03	6,01	85	89	0,62	11
Второй укос в фазе цветения на сенаж						
Люцерна изменчивая (<i>Medicago varia</i> Mart)	10,25	2,05	80	50	1,02	50
Горец забайкальский (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	10,44	1,67	84	52	0,80	48
M ± SEM HCP ₀₅	HCP ₀₅ 0,45	HCP ₀₅ 0,08	M ± SEM 82 ± 2,82	M ± SEM 51 ± 1,41	HCP ₀₅ 0,03	M ± SEM 49 ± 1,41
Итого сырья на сенаж	20,69	3,72	82	51	1,82	49
Второй укос в фазе цветения на силос						
Горец забайкальский (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	10,44	1,67	84	16	1,40	84
Кукуруза (<i>Zea mays</i>) – укос в фазе молочно-восковой спелости зерна	13,80	3,17	77	20	2,53	80
M ± SEM HCP ₀₅	HCP ₀₅ 0,59	HCP ₀₅ 0,14	M ± SEM 81 ± 4,94	M ± SEM 18 ± 2,82	HCP ₀₅ 0,11	M ± SEM 82 ± 2,82
Итого сырья на силос	24,24	4,84	81	18	3,93	82
Итого сырья из люцерны	19,93	3,69	–	–	1,21	–
Итого сырья из горца	52,23	7,71	–	–	2,63	–
Итого сырья из кукурузы	13,80	3,17	77	20	2,53	80
M ± SEM HCP ₀₅	HCP ₀₅ 1,62	HCP ₀₅ 0,22	M ± SEM 79 ± 2,82	M ± SEM 19 ± 1,41	HCP ₀₅ 0,08	M ± SEM 81 ± 1,41

Table 4
Output of multipurpose feeds from the scheme mowing use (1), on average over 3 years (2013–2015)

Cultures	Yield of green mass, t/ha	Yield of absolutely dry mass, t/ha	Humidity of mass, %	Dry matter content in forage, %	Forage yield	
					t/ha	%
First cutting in phase of budding for vitamin-grass meal						
<i>Alfalfa variable (Medicago varia Mart)</i>	9.68	1.64	83	88	0.19	12
<i>Trans-Baikal Knotweed (Aconogonon divaricatum (L.) Nakai)</i>	31.35	4.37	86	90	0.43	10
<i>M ± SEM</i> <i>LSD₀₅</i>	<i>LSD₀₅</i> 1.60	<i>LSD₀₅</i> 0.21	<i>M ± SEM</i> 85 ± 2.12	<i>M ± SEM</i> 89 ± 1.41	<i>LSD₀₅</i> 0.02	<i>M ± SEM</i> 11 ± 1.41
<i>Raw materials in total for vitamin-grass meal</i>	41.03	6.01	85	89	0.62	11
Second cutting in phase of flowering for haylage						
<i>Alfalfa variable (Medicago varia Mart)</i>	10.25	2.05	80	50	1.02	50
<i>Trans-Baikal Knotweed (Aconogonon divaricatum (L.) Nakai)</i>	10.44	1.67	84	52	0.80	48
<i>M ± SEM</i> <i>LSD₀₅</i>	<i>LSD₀₅</i> 0.45	<i>LSD₀₅</i> 0.08	<i>M ± SEM</i> 82 ± 2.82	<i>M ± SEM</i> 51 ± 1.41	<i>LSD₀₅</i> 0.03	<i>M ± SEM</i> 49 ± 1.41
<i>Raw materials in total for haylage</i>	20.69	3.72	82	51	1.82	49
Second cutting in phase of flowering for silage						
<i>Trans-Baikal Knotweed (Aconogonon divaricatum (L.) Nakai)</i>	10.44	1.67	84	16	1.40	84
<i>Corn (Zea mays) – cut in the phase of milky-wax ripeness of grain</i>	13.80	3.17	77	20	2.53	80
<i>M ± SEM</i> <i>LSD₀₅</i>	<i>LSD₀₅</i> 0.59	<i>LSD₀₅</i> 0.14	<i>M ± SEM</i> 81 ± 4.94	<i>M ± SEM</i> 18 ± 2.82	<i>LSD₀₅</i> 0.11	<i>M ± SEM</i> 82 ± 2.82
<i>Raw materials in total for silage</i>	24.24	4.84	81	18	3.93	82
<i>Raw materials in total from alfalfa</i>	19.93	3.69	–	–	1.21	–
<i>Raw materials in total from knotweed</i>	52.23	7.71	–	–	2.63	–
<i>Raw materials in total from corn</i>	13.80	3.17	77	20	2.53	80
<i>M ± SEM</i> <i>LSD₀₅</i>	<i>LSD₀₅</i> 1.62	<i>LSD₀₅</i> 0.22	<i>M ± SEM</i> 79 ± 2.82	<i>M ± SEM</i> 19 ± 1.41	<i>LSD₀₅</i> 0.08	<i>M ± SEM</i> 81 ± 1.41

Исходя из посевной площади в 180,0 тыс. га, отведенной под посев кормовых культур, мы можем вырастить на ней кукурузу, люцерну изменчивую и горец забайкальский. Видовое соотношение кормов будет зависеть от поголовья в 500 тыс. голов и рациона кормления. Полученные данные в соответствии с посевными площадями выглядят так: 40 % и силоса, и сенажа производят в обоих случаях на 72 тыс. га, 20 % витаминно-травяной муки – на 36 тыс. га.

Расход кормов составит в зависимости от зоотехнической нормы кормления 2 100,0 тыс. т силоса и сенажа, 182,5 тыс. т витаминно-травяной муки. Зная выход кормов с единицы площади (по сенажу – 3,12 т/га, по силосу – 5,53 т/га, по витаминно-травяной муке – 0,62 т/га), можно вычислить валовый выход: 224,6 тыс. т, или 11 %, 98,1 тыс. т, или 19 %, 22,3 тыс. т, или 12 %, соответственно. Обеспеченность сочными и витаминизированными кормами в Акмолинской области составит 42 %, в 58 % войдут грубые корма и зерноотходы.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Следствие влияния экологических факторов и элементов структуры на урожайность выражаем в сумме. Проверяем, возможно ли дополнительное влияние. На урожайность горца забайкальского выщеперечисленное воздействие оказало влияние на уровне

укосного использования от схемы 1 (221 %) к схеме 2 (231 %). Здесь нет дополнительного влияния.

Продуктивность растений люцерны зависит от определенного влияния экологических факторов в период ее вегетации. Способствуют увеличению урожайности мощная, глубокая корневая система, меньшая испаряемость влаги через некрупные опушенные листья [28, с. 48]. На урожайность зеленой массы люцерны повлияли в среднем за 3 года (2013–2015 гг.) элементы структуры урожая и экологические факторы от схемы 1 к схеме 2 следующим образом: общее влияние элементов структуры урожая – 11 к 50 %; влияние высоты стебля – 10 к 62 %; влияние веса стебля – 0,81 к 34 %; влияние осадков (дождя) – 24 к 14 %; влияние температуры воздуха – 24 к 25 %.

На выход разноцелевого урожая люцерны изучаемыми показателями (элементами структуры и экологическими факторами) оказано влияние на уровне укосного использования от схемы 1 (69,81 %) к схеме 2 (185 %).

В схеме 1 имеется влияние других неизученных факторов: увеличение листовой поверхности как показателя фотосинтетической деятельности посевов [29, с. 24]; уточнение периода скашивания, т. к. поздние сроки влияют на снижение концентрации сырого белка в люцерне [30, с. 123].

Умеренное выпадение летних осадков, особенно в критические периоды развития растений (март – апрель и июль – август) [31, с. 2], и установление температурного режима выше среднего способствуют заготовке сырья кукурузы в оптимальный период (третья декада августа – первая декада сентября) [32, с. 41]. По урожайности кукурузы получены идентичные разовые данные: 65; 64; 0,01; 1; 0,2 %. На урожайность кукурузы изучаемыми показателями оказано влияние на уровне 130,21 %. Здесь нет дополнительного влияния.

Параметры элементов структуры урожая кукурузы можно поднять на 18–24 %, применяя при сильной засоренности, по данным В. Н. Павленко и др., безотвальную вспашку и объемное рыхление на глубину 0,45–0,50 м, которые улучшают структуру и водно-воздушный режим почвы [33, с. 47]. Данные методы обеспечивают оптимальное плодородие почвы, приводят к более высоким и стабильным урожаям, которые меньше подвержены влиянию экстремальных погодных условий.

Исследование влияния схем укосного использования и экологических факторов на увеличение выхода разноцелевого урожая и, соответственно, сочных и витаминизированных кормов в условиях Акмолинской области Казахстана привело к следующим результатам:

1. Суммарное укосное использование зеленой массы в схеме 2 в сравнении со схемой 1 способствовало увеличению урожайности у горца забайкальского на 2,48 т/га, или 2 %, веса стебля – на 3,76 г, или 1 %, и высоту – на 6 см, или 7 %.

2. У люцерны изменчивой зафиксировано небольшое изменение в урожайности на 0,81 т/га, или на 2 %, в схеме 1. По весу стебля увеличение в данной схеме было отмечено на 3,24 г, или 2 %, по высоте стебля – на 9 см, или 13 %. Прибавка зеленой массы между многолетними культурами в наиболее продуктивной схеме укосного использования 2 для горца составила 1,67 т/га, или 50 %.

3. По урожайности зеленой массы горец за 2 укоса в фазе цветения превзошел кукурузу: 60,17 и 13,80 т/га соответственно, разница составила 62 %.

Таблица 5

Выход разноцелевых кормов из схемы укосного использования (2), в среднем за 3 года (2013–2015 гг.)

Культуры	Урожайность зеленой массы, т/га	Урожайность абсолютно сухой массы, т/га	Влажность массы, %	Содержание сухого вещества в корме, %	Выход корма	
					т/га	%
Первый укос в фазе цветения на сенаж						
Люцерна изменчивая (<i>Medicago varia</i> Mart)	12,35	2,71	78	48	1,40	52
Горец забайкальский (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	19,64	3,53	82	51	1,72	49
M ± SEM HCP ₀₅	HCP ₀₅ 0,87 ⁰⁵	HCP ₀₅ 0,15 ⁰⁵	M ± SEM 80 ± 2,82	M ± SEM 50 ± 2,12	HCP ₀₅ 0,07 ⁰⁵	M ± SEM 50 ± 2,12
Итого сырья на сенаж	31,99	6,24	80	50	3,12	50
Первый укос в фазе цветения на силос						
Горец забайкальский (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	19,64	3,53	82	15	3,0	85
Кукуруза (<i>Zea mays</i>) – укос в фазе молочно-восковой спелости зерна	13,80	3,17	77	20	2,53	80
M ± SEM HCP ₀₅	HCP ₀₅ 0,74 ⁰⁵	HCP ₀₅ 0,14 ⁰⁵	M ± SEM 80 ± 3,53	M ± SEM 18 ± 3,53	HCP ₀₅ 0,11 ⁰⁵	M ± SEM 82 ± 3,53
Итого сырья на силос	33,44	6,7	80	18	5,53	82
Второй укос в фазе бутонизации на витаминно-травяную муку						
Люцерна изменчивая (<i>Medicago varia</i> Mart)	6,77	0,88	85	89	0,09	11
Горец забайкальский (<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai)	15,44	2,0	87	92	0,16	8
M ± SEM HCP ₀₅	HCP ₀₅ 0,73 ⁰⁵	HCP ₀₅ 0,09 ⁰⁵	M ± SEM 86 ± 1,41	M ± SEM 90 ± 2,12	HCP ₀₅ 0,007 ⁰⁵	M ± SEM 10 ± 2,12
Итого сырья на витаминно – травяную муку	22,21	2,88	86	90	0,25	10
Итого сырья из люцерны	19,12	3,59	–	–	1,49	–
Итого сырья из горца	54,72	9,06	–	–	4,88	–
Итого сырья из кукурузы	13,80	3,17	77	20	2,53	80
M ± SEM HCP ₀₅	HCP ₀₅ 1,72 ⁰⁵	HCP ₀₅ 0,27 ⁰⁵	M ± SEM 82 ± 6,36	M ± SEM 55 ± 49,49	HCP ₀₅ 0,15 ⁰⁵	M ± SEM 45 ± 49,49

Table 5
Output of multipurpose feeds from the scheme mowing use (2), on average over 3 years (2013–2015)

Cultures	Yield of green mass, t/ha	Yield of absolutely dry mass, t/ha	Humidity of mass, %	Dry matter content in forage, %	Forage yield	
					t/ha	%
First cutting in flowering phase for haylage						
<i>Alfalfa variable (Medicago varia Mart)</i>	12.35	2.71	78	48	1.40	52
<i>Trans-Baikal Knotweed (Aconogonon divaricatum (L.) Nakai)</i>	19.64	3.53	82	51	1.72	49
<i>M ± SEM</i> <i>LSD₀₅</i>	<i>LSD₀₅</i> 0.87	<i>LSD₀₅</i> 0.15	<i>M ± SEM</i> 80 ± 2.82	<i>M ± SEM</i> 50 ± 2.12	<i>LSD₀₅</i> 0.07	<i>M ± SEM</i> 50 ± 2.12
Raw materials in total for haylage	31.99	6.24	80	50	3.12	50
First cutting in flowering phase for silage						
<i>Trans-Baikal Knotweed (Aconogonon divaricatum (L.) Nakai)</i>	19.64	3.53	82	15	3.0	85
<i>Corn (Zea mays) – cut in the phase of milky-wax ripeness of grain</i>	13.80	3.17	77	20	2.53	80
<i>M ± SEM</i> <i>LSD₀₅</i>	<i>LSD₀₅</i> 0.74	<i>LSD₀₅</i> 0.14	<i>M ± SEM</i> 80 ± 3.53	<i>M ± SEM</i> 18 ± 3.53	<i>LSD₀₅</i> 0.11	<i>M ± SEM</i> 82 ± 3.53
Raw materials in total for silage	33,44	6,7	80	18	5,53	82
Second cutting in phase of budding for vitamin-grass meal						
<i>Alfalfa variable (Medicago varia Mart) 15 %</i>	6.77	0.88	85	89	0.09	11
<i>Trans-Baikal Knotweed (Aconogonon divaricatum (L.) Nakai)</i>	15.44	2.0	87	92	0.16	8
<i>M ± SEM</i> <i>LSD₀₅</i>	<i>LSD₀₅</i> 0.73	<i>LSD₀₅</i> 0.09	<i>M ± SEM</i> 86 ± 1.41	<i>M ± SEM</i> 90 ± 2.12	<i>LSD₀₅</i> 0.007	<i>M ± SEM</i> 10 ± 2.12
Raw materials in total for vitamin-grass meal	22,21	2,88	86	90	0,25	10
Raw materials in total from alfalfa	19.12	3.59	–	–	1.49	–
Raw materials in total from knotweed	54.72	9.06	–	–	4.88	–
Raw materials in total from corn	13.80	3.17	77	20	2.53	80
<i>M ± SEM</i> <i>LSD₀₅</i>	<i>LSD₀₅</i> 1.72	<i>LSD₀₅</i> 0.27	<i>M ± SEM</i> 82 ± 6.36	<i>M ± SEM</i> 55 ± 9.49	<i>LSD₀₅</i> 0.15	<i>M ± SEM</i> 45 ± 9.49

4. Влияние на общий выход урожая кормовых культур из схемы 2 (87,64 т/га) оказали элементы структуры урожая в соответствии с линиями регрессий. Суммарный вес одного стебля $X = 409,09$ г повлиял на уровне 62 %, средняя высота стебля $Z = 108,33$ см – на уровне 143 %.

5. Эффективность экологических факторов была следующей для урожайности кормовых культур: на уровне осадков (дождя) (мм) – 51 %, температуры воздуха (°C) – 64 %.

6. По общему выходу урожая (т/га) из схемы укосного использования наиболее продуктивной оказалась схема 2: 87,64, или 50,48 %, в сравнении со схемой 1: 85,97, или 49,51 %, разница в весе является небольшой: 1,67 т/га, или 0,97 %.

7. Общий выход кормов (т/га) – витаминно-травяной муки, сенажа и силоса – в соответствии с урожайностью зеленой массы получен больше в схеме 2: 8,90, или 58 %, разница со схемой 1 (6,37, или 42 %) составила 2,53 т/га, или 16 %.

8. В условиях Акмолинской области можно произвести разноцелевые корма: сочные и витаминизированные. Обеспечить потребность сельскохозяйственных животных в кормах возможно, возделывая кормовые культуры на посевной площади 180,0 тыс. га. Выход кормов составит 42 % для 500 тыс. голов, исходя из зоотехнической нормы кормления. В остальные 58 % кормов войдут грубые виды и зерноотходы.

9. Рекомендуется скашивать стеблестой по схеме 2: для люцерны и горца – первый укос в фазе начале цветения, второй – в фазе бутонизации, кукурузу - в фазе молочно-восковой спелости зерна. Скашивать стеблестой рекомендуется на высоте 10–15 см в условиях Акмолинской области.

10. Для производства стабильных и высоких урожаев необходимо чередовать укосное использование: схему 1, затем 2 по годам.

Библиографический список

1. Мишуров Н. П., Давыдова С. А., Горячева А. В. Зарубежная практика применения мер и инструментов поддержки развития производства кормов и кормовых добавок для сельскохозяйственных животных// Вестник ВНИИМЖ. 2019. № 4 (36). С. 146–151.

2. Ruvuga P. R., Wredle E., Mwakaje A., Selemani I. S., Sangeda A. Z., Nyberg G., Kronqvist C. Indigenous Rangeland and Livestock Management Among Pastoralists and Agro-pastoralists in Miombo Woodlands // *Rangeland Ecology & Management*. 2020. No. 73 (2). Pp. 313–320.
3. Entio L. J., Mujica M. M., Busso C. A., Torres Y. A. Reproductive traits in four spontaneous *Pappophorum vaginatum* populations in arid Argentina // *Acta Oecologica*. 2021. No. 110. Article number 103675.
4. French K. E. Species composition determines forage quality and medicinal value of high diversity grasslands in lowland England // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2017. No. 241 (1). Pp. 193–204.
5. Sitienei I., Gillespie J., Scaglia G. Forage management practices used in production of US grass-fed beef // *Applied Animal Science*. 2019. No. 35 (6). Pp. 535–542.
6. Константинова А. В., Володина О. А. Рекомендуемые нормы и рацион кормления в мясном скотоводстве // *Агровестник*. 2019. № 2. С. 1–10.
7. Сафронова И. Н., Каримова Т. Ю., Жаргалсайхан Л. Оценка современного состояния растительного покрова Хэнтэйского Аймака Монголии // *Аридные экосистемы*. 2018. Т. 24. № 1 (74). С. 68–78.
8. Shagdar D., Yadamsuren O. Plant species composition and vegetation cover of Kherlen Toono Mountain, Mongolia // *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*. 2017. No. 10 (1). Pp. 132–136.
9. Государственный реестр селекционных достижений, рекомендуемых к использованию в Республике Казахстан / Под ред. Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. Нур-Султан, 2020. 169 с.
10. Костиков И. Ф., Малицкая Н. В. Интродукция новых и малораспространенных культур в Северном Казахстане. Часть 3. Горец забайкальский (*Polygonum divaricatum*): монография. Петропавловск, 2017. 180 с.
11. Seitkaziev A., Shilibek K., Fakhrudanova I., Salybayev S., Zhaparova S., Duisenbayeva S., Bayazitova Z., Seitkazieva K., Aubakirov H. Environmental Evaluation of Soil Salinity with Various Watering Technologies Assessment // *Water Environment Research*. 2018. No. 90 (1). Pp. 57–63.
12. Погода и климат [Электронный ресурс]. Москва, 2004–2021. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 30.07.2020).
13. Новоселов Ю. К., Харьков Г. Д., Шеховцова Н. С. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Москва, 1983. 198 с.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва, 1985. 350 с.
15. Корелина В. А., Батакова О. Б., Зобнина И. В. Интродукция кормовых культур для расширения видового разнообразия, укрепления кормовой базы животноводства в условиях субарктической зоны Российской Федерации // *Эффективное животноводство*. 2018. № 4 (143). С. 32–35.
16. Ледяева Н. В. Соргоизучение сортов люцерны изменчивой в условиях среднегорной зоны республики Алтай // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2019. № 12 (182). С. 44–50.
17. Grev A. M., Wells M. S., Catalano D. N., Martinson K. L., Jungers J. M., Sheaffer C. C. Stem and leaf forage nutritive value and morphology of reduced lignin alfalfa // *Agronomy Journal*. 2020. No. 112 (1). Pp. 406–417.
18. Та Н. Т., Teixeira E. I., Brown H. E., Moot D. J. Yield and quality changes in lucerne of different fall dormancy ratings under three defoliation regimes // *European Journal of Agronomy*. 2020. No. 115. Article number 126012.
19. Claessens A., Bipfubusa M., Chouinard-Michaud C., Bertrand A., Tremblay G. F., Castonguay Y., Bélanger G., Berthiaume R., Allard G. Genetic selection for nonstructural carbohydrates and its impact on other nutritive attributes of alfalfa (*Medicago sativa*) forage // *Plant Breeding*. 2021. No. 140 (5). Pp. 1–11.
20. Guo G., Shen C., Liu Q., Zhang S. L., Wang C., Chen L., Xu Q. F., Wang Y. X., Huo W. J. Fermentation quality and in vitro digestibility of first and second cut alfalfa (*Medicago sativa* L.) silages harvested at three stages of maturity // *Animal Feed Science and Technology*. 2019. No. 257. Article number 114274.
21. Ковалев Н. Г., Капсамун А. Д., Павлючик Е. Н., Иванова Н. Н., Юлдашев К. С. Инновационные кормовые культуры для создания зеленого и сырьевого конвейера на мелиорированных землях центрального Нечерноземья России // *Техника и технологии в животноводстве*. 2017. № 3 (27). С. 55–59.
22. Malitskaya N., Parsova V., Kreismane D. Using *Aconogonon Divaricatum* L. as forage crop in the system of cutting rotation // *Bulletin of the M. Kozybayev North Kazakhstan State University*. 2018. No 1 (38). Pp. 7–15.
23. Lyons T., Undersander D., Welch R., Donnelly D. Estimating Alfalfa Yield from Plant Height // *Crop, Forage & Turfgrass Management*. 2016. No. 2 (1). Pp. 1–3.
24. Хализова З. Н., Зыков С. А. Состояние и перспективы развития отрасли кормопроизводства в России // *Эффективное животноводство*. 2019. № 3 (151). Pp. 14–18.
25. ГОСТ 18691-88. Корма травяные искусственно высушенные. Технические условия: стандарт. Москва, 2002. 7 с.
26. ГОСТ 23637-90. Сенаж. Технические условия: стандарт. Москва, 2003. 8 с.
27. ГОСТ 23638-90. Силос из зеленых растений. Технические условия: стандарт. Москва, 2002. 7 с.
28. Епифанова И. В., Тимошкин О. А. Оценка образцов люцерны на засухоустойчивость в условиях Среднего Поволжья // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2018. № 4. С. 48–51.
29. Гущина В. А., Тимошкин О. А., Ильина Г. В., Володькина Г. Н. Сроки посева и фотосинтетическая деятельность агроценоза люцерны изменчивой первого года жизни // *Нива Поволжья*. 2020. № 1 (54). Pp. 22–28.

30. Серегин М. В., Сысоев С. А. Влияние агрометеорологических условий на формирования качества сенажной массы многолетних трав // E-Scio. 2021. № 4 (55). С. 120–124.
31. Long E. A., Ketterings Q. M. Factors of yield resilience under changing weather evidenced by a 14-year record of corn-hay yield in a 1000-cow dairy farm // *Agronomy for Sustainable Development*. 2016. No. 36 (16). Pp. 2–9.
32. Corbeels M., Chirat G., Messad S., Thierfelder Ch. Performance and sensitivity of the DSSAT crop growth model in simulating maize yield under conservation agriculture // *European Journal of Agronomy*. 2016. No. 76. Pp. 41–53.
33. Павленко В. Н., Юшкин Д. А., Павленко В. И. Зависимость урожайности кукурузы от основной обработки почвы // *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2018. № 4. С. 47–48.

Об авторах:

Наталья Владимировна Малицкая¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры «Агрономия и лесоводство», ORCID 0000-0003-4382-2357, AuthorID 846464; +7 777 421-02-35, natali_gorec@mail.ru

Олжас Даулетжанович Шойкин², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и почвоведения, ORCID 0000-0001-8803-2645, AuthorID 714023; +7 908 809-46-19, od.shoykin@omgau.org

Мария Асылхановна Аужанова³, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры «Сельское хозяйство и биоресурсы», ORCID 0000-0002-5280-5607, AuthorID 1122850; +7 701 542-53-75, auzhanovam@bk.ru

¹ Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Республика Казахстан

² Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, Омск, Россия

³ Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетау, Республика Казахстан

The output of a multi-purpose crop of forage crops in the Akmola region of Kazakhstan

N. V. Malitskaya¹✉, O. D. Shoykin², M. A. Auzhanova³

¹ North Kazakhstan University named after M. Kozybaev, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

² Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk, Russia

³ Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Republic of Kazakhstan

✉ E-mail: natali_gorec@mail.ru

Abstract. The purpose is to increase the total yield of forage crops for the preparation of multipurpose forages in the environmental conditions of the Akmola region of Kazakhstan. **Scientific novelty.** Introduce a zonal scheme for the use of forage crops for cutting. Under the influence of environmental factors and scientifically grounded mowing, we influence the elements of the structure of the crop as the number of stems per 1 m²; stem weight, g; height, cm, in order to increase the total yield for each crop and, in general, the total yield of green mass in the cutting scheme. Green mass of different development and, accordingly, chemical composition, is intended for the preparation of juicy and fortified feed. The production of meat and dairy products is based on the access of animals to high-quality, balanced and varied feed. In the Akmola region, it is recommended to cultivate corn (*Zea mays*), alfalfa variable (*Medicago varia* Mart), as well as a promising crop such as Trans-Baikal Knotweed (*Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai) from traditional crops. **Methods.** The study “Cultivation of forage crops for different purposes: silage (corn, Trans-Baikal Knotweed), haylage (alfalfa, knotweed), vitamin-grass flour (alfalfa, knotweed), depending on the patterns of cutting use: 1 and 2” was carried out in conditions of a moderately arid steppe for three years from 2012 to 2015. The counts and observations were carried out in accordance with the methodological instructions of the V. R. Williams All-Russian Research Institute of Feed. The experimental data were processed by the method of mathematical statistics presented by B. A. Dospekhov. **Results.** Among the tested cuttings use schemes, the results on the yield of a multi-purpose crop and structural elements differed in scheme 2. Thus, in the Trans-Baikal knotweed, the total yield was 54.72 t/ha, in alfalfa, respectively, 19.12 t/ha, in corn 13.80 t/ha. We recommend using this scheme in years with optimal environmental conditions. The air temperature and precipitation affect the green mass of crops in different ways. Namely, on the yield of the Trans-Baikal Knotweed: at the level of $R^2_{yx^*z} - 43\%$, alfalfa – 8 %, corn – 3 %. The supply of juicy and fortified fodder in the Akmola region will be 42 %, the remaining 58 % will be represented by roughage and grain waste.

Keywords: *Medicago varia* Mart, *Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai, *Zea mays*, green mass yield, structural elements, cutting use, feed directions, environmental factors.

For citation: Malitskaya N. V., Shoykin O. D., Auzhanova M. A. Vykhod raznotselevogo urozhaya kormovykh kul'tur v Akmolinskoy oblasti Kazakhstana [The output of a multi-purpose crop of forage crops in the Akmola region of Kazakhstan] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 01 (216). Pp. 21–38. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-216-01-21-38. (In Russian.)

Date of paper submission: 18.10.2021, **date of review:** 29.10.2021, **date of acceptance:** 11.11.2021.

References

1. Mishurov N. P., Davydova S. A., Goryacheva A. V. Zarubezhnaya praktika primeneniya mer i instrumentov podderzhki razvitiya proizvodstva kormov i kormovykh dobavok dlya sel'skokhozyaystvennykh zhitovnykh [Foreign practice of applying measures and tools to support the development of production of feed and feed additives for farm animals] // Vestnik VNIIMZh. 2019. No. 4 (36). Pp. 146–151. (In Russian.)
2. Ruvuga P. R., Wredle E., Mwakaje A., Selemani I. S., Sangeda A. Z., Nyberg G., Kronqvist C. Indigenous Rangeland and Livestock Management Among Pastoralists and Agro-pastoralists in Miombo Woodlands // Rangeland Ecology & Management. 2020. No. 73 (2). Pp. 313–320.
3. Entio L. J., Mujica M. M., Busso C. A., Torres Y. A. Reproductive traits in four spontaneous Pappophorum vaginatum populations in arid Argentina // Acta Oecologica. 2021. No. 110. Article number 103675.
4. French K. E. Species composition determines forage quality and medicinal value of high diversity grasslands in lowland England // Agriculture, Ecosystems & Environment. 2017. No. 241 (1). Pp. 193–204.
5. Sitienei I., Gillespie J., Scaglia G. Forage management practices used in production of US grass-fed beef // Applied Animal Science. 2019. No. 35 (6). Pp. 535–542.
6. Konstantinova A. V., Volodina O. A. Rekomenduyemye normy i ratsion kormleniya v myasnom skotovodstve [Recommended norms and ration of feeding in beef cattle breeding] // Agrovestnik. 2019. No. 2. Pp. 1–10. (In Russian.)
7. Safronova I. N., Karimova T. Yu., Zhargalsaykhan L. Otsenka sovremennogo sostoyaniya rastitel'nogo pokrova Khenteyskogo Aymaka Mongolii [Assessment of the current state of the vegetation cover of the Khentei Aimak of Mongolia] // Arid ecosystems. 2018. Vol. 24. No. 1 (74). Pp. 68–78. (In Russian.)
8. Shagdar D., Yadamsuren O. Plant species composition and vegetation cover of Kherlen Toono Mountain, Mongolia // Journal of Asia-Pacific Biodiversity. 2017. No. 10 (1). Pp. 132–136.
9. Gosudarstvennyy reyestr selektsionnykh dostizheniy, rekomenduyemykh k ispol'zovaniyu v Respublike Kazakhstan / Pod red. Ministerstva sel'skogo khozyaystva Respubliki Kazakhstan [State Register of Breeding Achievements Recommended for Use in the Republic of Kazakhstan / Under the editorship of Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan]. Nur-Sultan, 2020. 169 p. (In Russian.)
10. Kostikov I. F., Malitskaya N. V. Introduktsiya novykh i malorasprostranennykh kul'tur v Severnom Kazakhstane. Chast' 3. Gorets zabaykal'skiy (Polygonum divaricatum): monografiya [Introduction of new and less common crops in Northern Kazakhstan. Part 3. Transbaikalian Highlander (Polygonum divaricatum): monograph]. Petropavlovsk, 2017. 180 p. (In Russian.)
11. Seitkaziev A., Shilibek K., Fakhrudanova I., Salybayev S., Zhaparova S., Duisenbayeva S., Bayazitova Z., Seitkazieva K., Aubakirov H. Environmental Evaluation of Soil Salinity with Various Watering Technologies Assessment // Water Environment Research. 2018. No. 90 (1). Pp. 57–63.
12. Pogoda i klimat [Weather and climate] [e-resource]. Moscow, 2004–2021. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (date of reference: 30.07.2020). (In Russian.)
13. Novoselov Yu. K., Khar'kov G. D., Shekhovtsova N. S. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turam [Guidelines for conducting field experiments with forage crops]. Moscow, 1983. 198 p. (In Russian.)
14. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Field experiment technique]. Moscow, 1985. 350 p. (In Russian.)
15. Korelina V. A., Batakova O. B., Zobnina I. V. Introduktsiya kormovykh kul'tur dlya rasshireniya vidovogo raznoobraziya, ukrepleniya kormovoy bazy zhitovnovodstva v usloviyakh subarkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii [Introduction of fodder crops to expand species diversity, strengthen the fodder base of animal husbandry in the subarctic zone of the Russian Federation] // Efficient animal husbandry. 2018. No. 4 (143). Pp. 32–35. (In Russian.)
16. Ledyeva N. V. Sortoizuchenie sortov lyutserny izmenchivoy v usloviyakh srednegornoy zony respubliky Altay [Variety study of varietal alfalfa varieties in the conditions of the mid-mountain zone of the Altai Republic] // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2019. No. 12 (182). Pp. 44–50. (In Russian.)
17. Grev A. M., Wells M. S., Catalano D. N., Martinson K. L., Jungers J. M., Sheaffer C. C. Stem and leaf forage nutritive value and morphology of reduced lignin alfalfa // Agronomy Journal. 2020. No. 112 (1). Pp. 406–417.
18. Ta H. T., Teixeira E. I., Brown H. E., Moot D. J. Yield and quality changes in lucerne of different fall dormancy ratings under three defoliation regimes // European Journal of Agronomy. 2020. No. 115. Article number 126012.

19. Claessens A., Bipfubusa M., Chouinard-Michaud C., Bertrand A., Tremblay G. F., Castonguay Y., Bélanger G., Berthiaume R., Allard G. Genetic selection for nonstructural carbohydrates and its impact on other nutritive attributes of alfalfa (*Medicago sativa*) forage // *Plant Breeding*. 2021. No. 140 (5). Pp. 1–11.
20. Guo G., Shen C., Liu Q., Zhang S. L., Wang C., Chen L., Xu Q. F., Wang Y. X., Huo W. J. Fermentation quality and in vitro digestibility of first and second cut alfalfa (*Medicago sativa* L.) silages harvested at three stages of maturity // *Animal Feed Science and Technology*. 2019. No. 257. Article number 114274.
21. Kovalev N. G., Kapsamun A. D., Pavlyuchik E. N., Ivanova N. N., Yuldashev K. S. Innovatsionnye kormovye kul'tury dlya sozdaniya zelenogo i syr'evogo konveyera na meliorirovannykh zemlyakh tsentral'nogo Nechernozem'ya Rossii [Innovative fodder crops to create a green and raw material conveyor on the reclaimed lands of the central non-black earth region of Russia] // *Bulletin of the M. Kozybayev North Kazakhstan State University*. 2018. No. 1 (38). Pp. 7–15. (In Russian.)
22. Malitskaya N., Parsova V., Kreismane D. Using *Aconogonon Divaricatum* L. as forage crop in the system of cutting rotation // *Bulletin of the M. Kozybayev North Kazakhstan State University*. 2018. No. 1 (38). Pp. 7–15.
23. Lyons T., Undersander D., Welch R., Donnelly D. Estimating Alfalfa Yield from Plant Height // *Crop, Forage & Turfgrass Management*. 2016. No. 2 (1). Pp. 1–3.
24. Khalizova Z. N., Zykov S. A. Sostoyanie i perspektivy razvitiya otrasli kormoproizvodstva v Rossii [The state and prospects of development of the feed production industry in Russia] // *Efficient animal husbandry*. 2019. No. 3 (151). Pp. 14–18. (In Russian.)
25. GOST 18691-88. Korma travyanye iskusstvenno vysushennye. Tekhnicheskie usloviya: standart [Artificially dried herbal forage. Specifications: standard]. Moscow, 2002. 7 p. (In Russian.)
26. GOST 23637-90. Senazh. Tekhnicheskie usloviya: standart [Haylage. Specifications: standard]. Moscow, 2003. 8 p. (In Russian.)
27. GOST 23638-90. Silos iz zelenykh rasteniy. Tekhnicheskie usloviya: standart [Silage from green plants. Specification: standard]. Moscow, 2002. 7 p. (In Russian.)
28. Epifanova I. V., Timoshkin O. A. Otsenka obraztsov lyutserny na zasukhoustoychivost' v usloviyakh Srednego Povolzh'ya [Assessment of alfalfa samples for drought resistance in the conditions of the Middle Volga region] // *International Agricultural Journal*. 2018. No. 4. Pp. 48–51. (In Russian.)
29. Gushchina V. A., Timoshkin O. A., Il'ina G. V., Volod'kina G. N. Sroki poseva i fotosinteticheskaya deyatel'nost' agrotsenoza lyutserny izmenchivoy pervogo goda zhizni [Sroki poseva i fotosinteticheskaya deyatel'nost' agrotsenoza lyutserny izmenchivoy pervogo goda zhizni] // *Volga Region Farmland*. 2020. No. 1 (54). Pp. 22–28. (In Russian.)
30. Seregin M. V., Sysoev S. A. Vliyanie agrometeorologicheskikh usloviy na formirovaniya kachestva senazhnoy massy mnogoletnikh trav [Influence of agrometeorological conditions on the formation of the quality of the hay mass of perennial grasses] // *E-Scio*. 2021. No. 4 (55). Pp. 120–124. (In Russian.)
31. Long E. A., Ketterings Q. M. Factors of yield resilience under changing weather evidenced by a 14-year record of corn-hay yield in a 1000-cow dairy farm // *Agronomy for Sustainable Development*. 2016. No. 36 (16). Pp. 2–9.
32. Corbeels M., Chirat G., Messad S., Thierfelder Ch. Performance and sensitivity of the DSSAT crop growth model in simulating maize yield under conservation agriculture // *European Journal of Agronomy*. 2016. No. 76. Pp. 41–53.
33. Pavlenko V. N., Yushkin D. A., Pavlenko V. I. Zavisimost' urozhaynosti kukuruzy ot osnovnoy obrabotki pochvy [Dependence of corn yield on the main tillage] // *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2018. No. 4. Pp. 47–48. (In Russian.)

Authors' information:

Natalya V. Malitskaya¹, candidate of agricultural sciences, senior lecturer of the department “Agronomy and Forestry”, ORCID 0000-0003-4382-2357, AuthorID 846464; +7 777 421-02-35, natali_gorec@mail.ru

Olzhas D. Shoikin², candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of agrochemistry and soil science, ORCID 0000-0001-8803-2645, AuthorID 714023; +7 908 809-46-19, od.shoykin@omgau.org

Mariya A. Auzhanova³, candidate of agricultural sciences, senior lecturer of the department “Agriculture and Bioresources”, ORCID 0000-0002-5280-5607, AuthorID 1122850; +7 701 542-53-75, auzhanovam@bk.ru

¹ North Kazakhstan University named after M. Kozybaev, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

² Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk, Russia

³ Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Republic of Kazakhstan