

## АГРОНОМИЯ

УДК 631:62-539

DOI: 10.34655/bgsha.2020.60.3.001

Н.В. Абрамов

## ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

**Ключевые слова:** точное земледелие, инновационные технологии, спутниковые навигационные системы, оцифровка полей, элементарные участки, параметры почвенного плодородия, дифференцированное внесение минеральных удобрений в режиме off-line.

Для разработки цифровых технологий точного земледелия в длительных стационарных опытах (1977-2019 гг.) установлены оптимальные параметры почвенного плодородия. Коэффициент природного потенциала для Тюменской области составляет 1,6-2,2. Он показывает, что почвенные и климатические условия области являются удовлетворительными для выращивания сельскохозяйственных культур. Потенциальная урожайность зерна яровой пшеницы, рассчитанная на основании фотосинтетической активной радиации, в условиях северной лесостепи составляет 13,74 т/га. Для получения действительно возможной урожайности сельскохозяйственных культур установлены лимитирующие факторы – тепловые ресурсы и влагообеспеченность. При благоприятных биогидротермических условиях расчётная действительно возможная урожайность яровой пшеницы составляет 8,20-8,38 т/га. Разработана модель почвенного плодородия, которая отражает оптимальные условия для роста и развития культурных растений. Наибольшая продуктивность яровой пшеницы 5,96 т/га получена при плотности сложения чернозёма выщелоченного 1,18-1,22 г/см<sup>3</sup> в слое 0-30 см, содержании агрономически ценных агрегатов (0,25-10 мм в диаметре) – 65-71%, их водопрочности 60-65%, содержании N-NO<sub>3</sub> – 15-20 мг/кг почвы, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O – 250-260 мг/кг, гумуса – 8-10%, при содержании продуктивной влаги в период вегетации в метровом слое 120-150 мм, или 76% от НВ, при рН пахотного слоя 6,2-6,8. Предложена математическая модель формирования продуктивности агроценозов в зависимости от изменения параметров почвенного плодородия. Разработана последовательность (этапность) перехода на инновационные технологии возделывания полевых культур с использованием космических систем. Системный подход в реализации цифровых технологий позволил экономить посевной материал, минеральные удобрения на площади 551,1 м<sup>2</sup>/га, сократить расход семян до 13 кг/га, удобрений – до 6 кг/га, дизельного топлива – 0,38 л/га. Снизить затраты при возделывании яровой пшеницы на 161,6 руб./га. Разработанные технологии возделывания сельскохозяйственных культур с использованием систем спутниковой навигации успешно прошли производственную проверку на площади 244 тыс. га.

N. Abramov

## PRECISION FARMING IN THE DIGITAL ECONOMY ERA

**Keywords:** precision agriculture, innovative technologies, satellite navigation systems, digitization of fields, elementary plots, soil fertility parameters, differentiated application of mineral fertilizers in off-line mode.

*For the development of digital technologies for precision farming in long-term stationary experiments (1977-2019), the optimal parameters of soil fertility have been established. The coefficient of natural potential for the Tyumen region is 1.6-2.2. It shows that the soil and climatic conditions of the area are satisfactory for the cultivation of crops. The potential yield of spring wheat grain, calculated on the basis of photosynthetic active radiation, in the northern forest-steppe is 13.74 t / ha. To obtain a really possible yield of agricultural crops, limiting factors have been established - heat resources and moisture supply. Under favorable bihydrothermal conditions, the estimated actually possible yield of spring wheat is 8.20-8.38 t / ha. A model of soil fertility has been developed, which reflects the optimal conditions for the growth and development of cultivated plants. The highest productivity of spring wheat of 5.96 t / ha was obtained with a bulk density of leached chernozem of 1.18-1.22 g / cm<sup>3</sup> in a layer of 0-30 cm, the content of agronomically valuable aggregates (0.25-10 mm in diameter) - 65- 71%, their water resistance 60-65%, the content of N-NO<sub>3</sub> - 15-20 mg / kg of soil, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O - 250-260 mg / kg, humus - 8-10%, with the content of productive moisture during the growing season in a meter layer - 120-150 mm or 76% of HB, with a pH of the arable layer of 6.2-6.8. A mathematical model of the formation of the productivity of agrocenoses is proposed, depending on the change in the parameters of soil fertility. The sequence (stages) of the transition to innovative technologies for the cultivation of field crops using space systems has been developed. A systematic approach to the implementation of digital technologies made it possible to save seed, mineral fertilizers on an area of 551.1 m<sup>2</sup> / ha, reduce seed consumption to 13 kg / ha, fertilizers - up to 6 kg / ha, diesel fuel - 0.38 l / ha. Reduce costs in the cultivation of spring wheat by 161.6 rubles / ha. The developed technologies for the cultivation of agricultural crops using satellite navigation systems have been successfully tested on an area of 244 thousand hectares.*

**Абрамов Николай Васильевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, Россия; e-mail: Vip.anv.55@mail.ru

*Nikolai V. Abramov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Soil Science and Agrochemistry Chair, Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia; e-mail: Vip.anv.55@mail.ru*

**Введение.** Геоинформационные системы в эпоху цифровой экономики становятся неотъемлемой частью технологических процессов возделывания сельскохозяйственных культур. При этом следует учитывать, что агроценоз – это сложная биологическая система, динамично развивающаяся и быстро изменяющаяся. Регулирование продукционных процессов следует осуществлять по микропериодам органогенеза и по микроучасткам поля [1, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13].

Нами предложен системный подход выполнения агротехнологий, начиная с создания информационной базы об агро-

ландшафтах, дистанционного зондирования земельных угодий и заканчивая агроприёмами с учетом гетерогенности полей и фитосанитарного состояния посевов.

Однако, в производственных условиях отношение к основному средству производства – почве – остаётся на прежнем уровне. Почвенное плодородие оценивается по усреднённым показателям, что формирует искажённую картину состояния плодородия внутри поля. В результате получается неоднозначный агроэкономический эффект от выполнения технологического мероприятия.

Цель исследований: агроэкономичес-

кое обоснование выполнения технологических операций возделывания сельскохозяйственных культур с использованием систем спутниковой навигации.

#### **Условия и методы исследований.**

Исследования проводились в длительных стационарных опытах в подтаёжной зоне, северной и южной лесостепи с 1977 года. Климат указанных агроклиматических зон континентальный, характеризуется продолжительной зимой и коротким умеренно жарким летом.

Годовое количество осадков составляет в подтаёжной зоне 405, северной лесостепи – 374, южной лесостепи – 336 мм, из них соответственно 248, 232 и 213 выпадает за вегетационный период. Продолжительность периода с температурой выше 0°C составляет в подтаёжной зоне 190, северной лесостепи – 194, южной лесостепи – 197 дней. Устойчивый снежный покров устанавливается 11 ноября, разрушается 10 апреля, максимальная высота его формируется в марте 31-27 см, с запасами воды в снеге 93 мм. Глубина промерзания почвы 113 см.

Исследования проводились на чернозёмах, тёмно-серых и серых лесных почвах. Чернозёмы являются зональными почвами, в северной лесостепи они занимают 17,5% территории, в том числе под пашней 37,4%. Чернозёмные почвы области имеют мощность гумусового горизонта 30-35 см, содержание гумуса 6-8%, общий запас его – 400 т/га. Гранулометрический состав значительной части чернозёмных почв благоприятный – средние суглинки и глины 35% [5]. Пахотный слой имеет слабокислую реакцию среды – рН водной вытяжки 6, содержание азота по Къельдалю в слое 0-30 см – 0,42-0,39%.

Тёмно-серые лесные почвы имеют гумусовый горизонт 26 см, структура комковато-пылеватая, по гранулометрическому составу – суглинистые, количество  $\text{CaCO}_3$  в гумусовом горизонте находится в пределах 4,5-7,5%, содержание гумуса – 6%.

Изучение состояния почвенного плодородия и пути его регулирования проводились по общепринятым (гостирован-

ным) методикам в 12 севооборотах при различном уровне химизации и различных системах основной, предпосевной обработки почвы.

**Результаты исследований и их обсуждение.** На первом этапе разработки цифровых технологий необходимо определить природный потенциал области, почвенно-климатической зоны, конкретного хозяйства. По нашим расчётам коэффициент природного потенциала для Тюменской области составляет 1,6-2,2. Он показывает, что почвенные и климатические условия области являются удовлетворительными для выращивания сельскохозяйственных культур, но более благоприятны для развития животноводства. Во многих районах области, особенно в зоне северной лесостепи, почвенно-климатические условия вполне могут обеспечить высокую продуктивность агроценозов.

Основываясь на природном потенциале, была рассчитана потенциальная продуктивность основных культур, возделываемых в области [1]. Практически это показывает к чему агротехнолог должен стремиться, используя инновационные технологии с учётом экономической, экологической безопасности.

Фотосинтетическая активная радиация (ФАР) является фактором первого уровня, которая определяет потенциальную продуктивность культур. Так, потенциальная урожайность зерна яровой пшеницы в условиях северной лесостепи Тюменской области составляет 13,74 т/га. В современных условиях аграрии ставят задачу получить среднюю урожайность зерновых по области 2,5 т/га, что составляет лишь 18,2% от потенциальной продуктивности агроценозов.

В лесостепной зоне лимитирующим фактором получения действительно возможной урожайности сельскохозяйственных культур часто является влагообеспеченность. При хороших и равномерно выпадающих осадках, благоприятном температурном режиме в течение вегетационного периода после предшественников первой группы, когда ресурсы продуктивной влаги составляют 697 мм, а коэффи-

циент водопотребления – 8,5 мм/т, в богарных условиях расчётная урожайность яровой пшеницы при своевременном выполнении агротехнологических мероприятий достигает 8,20 т/га.

Лимитирующим фактором третьего уровня формирования высокой продуктивности агроценозов лесостепной зоны становятся тепловые ресурсы. Они находятся в тесной взаимосвязи с радиационным и водным балансом агроландшафтов. При благоприятных биогидротермических условиях расчётная действительно возможная урожайность яровой пшеницы по тепловым ресурсам составляет 8,38 т/га.

Вторым этапом перехода на цифровые технологии является установление оптимальных параметров почвенного плодородия для получения максимально возможного, экономически и экологически оправданного урожая сельскохозяйственных культур. На основании многолетних исследований разработана модель почвенного плодородия, которая обеспечивает культурные растения наилучшими условиями для роста и развития.

Так, наибольшая продуктивность яровой пшеницы – 5,96 т/га – получена при плотности сложения чернозёма выщелоченного 1,18-1,22 г/см<sup>3</sup> в слое 0-30 см, содержании агрономически ценных агрегатов (0,25-10 мм в диаметре) – 65-71%, их водопрочности 60-65%, содержании N-NO<sub>3</sub> – 15-20 мг/кг почвы, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O – 250-260 мг/кг, гумуса – 8-10%, при содержании продуктивной влаги в период вегетации в метровом слое 120-150 мм, или 74% от НВ; при рН пахотного слоя 6,2-6,8.

Применение метода математического моделирования позволило упорядочить получение данных результатов в области системы «почва-растение-космические факторы», наиболее глубоко и всесторонне исследовать зависимость продуктивности агроценозов от параметров почвенного плодородия. В модели представлена связь между факторами почвенного плодородия и урожайностью яровой пшеницы, которая выражена математически:

$$y = -2,59 + 0,47x_1^{2,74} \exp(-3,2x_1^4) x_2^{0,75} \exp(-0,005x_2^2) x_3^{0,16} x_4^{0,07} x_5^{0,05} x_6^{0,06} + 1,48 \exp(-0,03x_7) + 0,82 \exp(-0,01x_8),$$

где  $y$  – урожайность яровой пшеницы, т/га;  $x_1$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;  $x_2$  – запасы продуктивной влаги в метровом слое, мм;  $x_3$  – водопрочность структура, %;  $x_4$  – нитратный азот, мг/кг почвы;  $x_5$  – обменный калий, мг/кг почвы;  $x_6$  – воздушная масса сорняков, г/м<sup>2</sup>;  $x_7$  – корневые гнили, %;  $R^2$  – коэффициент детерминации;  $S$  – среднеквадратическое отклонение модели.

По этой модели можно спрогнозировать получение урожайности яровой пшеницы в зависимости от состояния посевов (засорённость, поражённость корневыми гнилями), почвенного плодородия, а также интервалы повышения или снижения урожайности в зависимости от изменений значений факторов плодородия чернозёма выщелоченного [8].

Нами предложена экономико-математическая оптимизация структуры посевных площадей, которая обеспечивает максимально возможную экономически и экологически оправданную урожайность сельскохозяйственных культур при условии сохранения плодородия почвы [1].

Для практического использования геоинформационных систем в технологических операциях возделывания культур также требуется определённая последовательность. Первоочередной задачей является создание электронных планов полей хозяйств, поскольку в ранее построенных картах по ряду причин наблюдаются различия в их площади, конфигурации и сосредоточенности внутрихозяйственных объектов, в том числе и лесных массивов в границах каждого поля. Так, оцифровка полей второго отделения учебно-опытного хозяйства нашего университета выявила разницу по площадям полей 100,6 га из 1340,7 га, заявленных по старой карте.

Во вторую задачу входит проведение мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения. Используя электронные планы полей в геодезической программе, или в программе Google

Планета Земля, каждое поле размечается на элементарные участки в среднем площадью по 20 га, которые загружаются в БНК «Агронавигатор». Руководствуясь картосхемой в бортовом навигационном компьютере с помощью пробоотборника почвы ПАП-40 (сконструированного и изготовленного на кафедре почвоведения и агрохимии ГАУ Северного Зауралья), отбираются с каждого элементарного участка по 15-20 проб, которые смешиваются в объединённый образец. Исследования показали, что внутрипольная вариабельность по содержанию элементов питания может достигать до 64%.

Основываясь на выше изложенных материалах мы перешли к этапу разработки инновационных технологий с использованием систем спутниковой навигации. В производственных условиях наибольшее распространение получило параллельное вождение агрегатов при выполнении технологических операций. Как показали опыты, при посеве зерновых и одновременном внесении минеральных удобрений трактором Джон Дир в агрегате с посевным комплексом Хорш, имеющим техническую ширину 18 см, рабочая ширина захвата с навигатором составила 17,6 м (перекрытие стыковых рядков от 0 до 40 см), а без навигационного оборудования – 16,7 м (перекрытие стыковых рядков от 28 до 150 см).

Работа агрегата с бортовым навигационным компьютером сократила пересев семян яровой пшеницы и внесения минеральных удобрений на площади 551,1 м<sup>2</sup>/га. Экономия семян составила 13 кг/га, удобрений – 6 кг/га, а дизельного топлива – 0,39 л/га. В денежном выражении затраты при возделывании пшеницы сократились на 161,1 руб./га.

Для оптимизации минерального питания был разработан дифференцированный способ внесения минеральных удобрений по элементарным участкам в режиме off-line. Применение минеральных удобрений с учётом почвенного плодородия по микроучасткам поля (20 га) позволило снизить их норму до 56% относительно традиционного способа внесения (ус-

реднённой нормой на всё поле). Но даже при одинаковой норме минеральных удобрений по вариантам (74 кг/га д. в. в 2018 г) урожайность яровой пшеницы с традиционным способом внесения составила 4,88 т/га, а с дифференцированным – 4,99 т/га.

Научно-производственные опыты также показали преимущество дифференцированного внесения азотных удобрений при подкормке озимых и многолетних культур. После листовой и тканевой диагностики программное обеспечение бортового навигационного комплекса «Агронавигатор-Дозатор» регулировало внесение удобрений с учётом обеспеченности культурных растений азотом по элементарным участкам.

Большим успехом у товаропроизводителей АПК пользуется автоматизированная система управлением расхода рабочей жидкости «АСУР-ВД». Программное обеспечение БНК в автоматическом режиме регулирует подачу рабочей жидкости при опрыскивании посевов пестицидами и отключение форсунок в перекрытиях и при остановке агрегата. Данная опция БНК обеспечила исключение ожогов культурных растений на 9-12%, перерасход пестицидов до 24%, обеспечивала возможность проведения работ в ночное время и увеличивала производительность агрегата до 27%.

Системный подход в использовании инновационных технологий апробирован в ряде хозяйств Тюменской и Свердловской области. Так, за 4 года внедрения в относительно рядовом хозяйстве ОАО «Приозёрное» Тюменской области урожайность зерновых возросла с 2,8 до 3,9 т/га, а себестоимость производства зерна снизилась с 679 до 539 руб./ц, с ростом рентабельности от 0 до 24%.

В СПК «Калининский» Свердловской области с площадью пашни 7,7 тыс. га поэтапный переход на технологии точного земледелия позволил увеличить урожайность яровой пшеницы за последние три года (2017-2019) по сравнению с предыдущими годами (2013-2016) на 1,63 т/га, ячменя – на 1,19 т/га, овса – на 1,5 т/га. Рентабельность производства пока невысо-

кая – 8,3-13,5% [3]. Но следует учитывать, что хозяйство больше вложения за последние годы направляло на формирование основных средств производства.

**Выводы.** 1. На основании длительных исследований для цифровизации производственных процессов в точном земледелии: рассчитан природный потенциал области; определена потенциальная и действительно возможная урожайность сельскохозяйственных культур; создана модель почвенного плодородия для получения максимально возможной экономической и экологически оправданной продуктивности агроценозов.

2. Для рационального применения геоинформационных систем разработана этапность (последовательность) перехода на инновационные технологии с использованием космических систем, начиная от оцифровки сельскохозяйственных угодий, создания электронного образа полей и заканчивая выполнением технологических операций.

2. Системный подход в реализации инновационных разработок позволяет экономить посевной материал, минеральные удобрения на площади 551,1 м<sup>2</sup>/га, сократить расход семян до 13 кг/га, удобрений – 6 кг/га, дизельного топлива – 0,38 л/га. Снизить затраты при возделывании яровой пшеницы на 161,6 руб./га. Разработки технологий возделывания сельскохозяйственных культур с использованием систем спутниковых навигаций успешно прошли производственную проверку в Тюменской, Свердловской, Челябинской, Курганской областях на площади 244 тыс. га.

#### Библиографический список

1. Абрамов Н.В. Производительность агроэкосистем и состояние плодородия почв в условиях Западной Сибири: монография. – Тюмень, 2013. – 270 с.

2. Абрамов Н.В., Семизоров С.А., Шерстобитов С.В. Земледелие с использованием космических систем // Земледелие. – №5. – 2012. – С. 12-19.

3. Абрамов Н.В., Семизоров С.А., Карамышев А.С. Инновационные технологии в земледелии СПК «Калининский» Пышминс-

кого района Свердловской области / В кн.: Научно обоснованная зональная система земледелия Свердловской области. – Екатеринбург, 2020. – С. 332-340.

4. Афанасьев Р.А. Агрехимические принципы точного земледелия / Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве: Сб. статей. – Оренбург, 2013. – С. 3-7.

5. Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области: монография. – Новосибирск: Наука, 1990. – 286 с.

6. Михайленко И.М. Управление системами точного земледелия: монография. – С-Петербург, 2005. – 233 с.

7. Якушев В.П., Якушев В.В. Информационное обеспечение точного земледелия: монография. – С-Петербург, 2007. – 382 с.

8. Abramov N.V., Salova E.V. The optimum parameters determining the fertility of leached chernozem in the Northern // Eurasian soil science. 1998. №10. S.1131-1136.

9. Bahr C., Kaufmann, O., Schleibe K. Sensor based analysis and modeling of moving and resting behavior in suckler cows before, during and after calving // Tagungsband, 3<sup>rd</sup> European Conference on Precision Livestock Farming, SKiathos, Greese, 2007, 269: Wageningen, Nederland, Wageningen Academic Publishers.

10. Bontsema J., Van Asselt K., Groot T. Intra-row weed control // Bornimer Agrartechnische Berichte. Heft 31. 2002. pp. 64...72.

11. Dammer K.-H., Wartenberg G. Sensor-based weed detection and application of variable herbicides rates in real time // Crop Protection. 26. 2007. pp. 270...277.

12. Demmel M. Automatische Spurführung von Landmaschinen-Systeme, Einsatzbereiche, Wirtschaftlichkeit // Tagungsband der Landwirtschaft (Hrsg.), Lanawirtschaftliche Schriftenreihe 21.2006. pp. 19...30.

13. Ehlert D., Hammen V., Adamek R. Online sensor pendulum pendulum-meter for determination of plant mass // Precision Agriculture. 4. 2003. pp. 139...148.

1. Abramov N.V. Productivity of agroecosystems and the soil fertility status in Western Siberia. Tyumen. 2013. 270 p. [in Russian]

2. Abramov N.V., Semizorov, S.A., Sherstobitov S.V. Using space systems in agriculture. *Zemledelie*. No 5. 2012. pp. 12-19 [in Russian]

3. Abramov N.V., Semizorov S.A., Karamyshev A.S. Innovative technologies in agriculture SEC "Kalininsky" Pyshminsky district of the Sverdlovsk region. In book: Science-based zonal system of agriculture of the Sverdlovsk region. Yekaterinburg, 2020. pp. 332-340 [in Russian]
4. Afanasiev R.A. Agrochemical principles of precision agriculture. Collection of articles "Geoinformation technologies in agriculture". Orenburg, 2013. pp. 3-7 [in Russian]
5. Karetin L.N. Soils of the Tyumen region. Novosibirsk. *Nauka*. 1990. 286 p. [in Russian]
6. Mikhailenko I.M. Management of precision farming systems. St. Petersburg. 2005. 233 p. [in Russian]
7. Yakushev V.P., Yakushev V.V. Information support of precision agriculture. St. Petersburg. 2007. 382 p. [in Russian]
8. Abramov N.V., Salova E.V. The optimum parameters determining the fertility of leached chernozem in the northern. Eurasian soil science. 1998. No10. pp.1131-1136.
9. Bahr C., Kaufmann O., Scheibe K. Sensorbasierte Analyse und Modellierung des Bewegungs- und ruheverhaltens bei Mutterkühen vor, während und nach dem kalben. Tagungsband, 3rd European Conference on Precision Livestock Farming, SKiathos, Greece, 2007, 269: Wageningen, Nederland, Wageningen Academic Publishers.
10. Bontsema J., Van Asselt K., Groot T. Intra-row weed control. Bornimer Agrartechnische Berichte. Heft 31. 2002. 64...72.
11. Dammer K.-H., Wartenberg G. Sensorbasierte Unkrautdelektion und Anwendung von Variablen herbizidaten in Echtzeit. Pflanzenschutz, 26, 2007, 270...277.
12. Demmel M. Automatische Spurführung von Landmaschinen-Systeme, Einsatzbereiche, Wirtschaftlichkeit. Tagungsband der Landwirtschaft (Hrsg.), Landwirtschaftliche Schriftenreihe 21, 2006, 19...30/
13. Ehler D., Hammen V., Adamek R. Online-sensor Pendel Pendel-meter für die Bestimmung von Pflanzen-Masse. Precision Agriculture, 4, 2003, 139...148.

УДК 633.1:633.3 + 631.821

DOI: 10.34655/bgsha.2020.60.3.002

**В.А. Агафонов, Е.В. Бояркин**

### **КОРМОВОЕ ДОСТОИНСТВО АГРОЦЕНОЗОВ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ С БОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ В ПРЕДБАЙКАЛЬЕ**

**Ключевые слова:** агроценозы, суданская трава, бобовые, зелёная масса, сухое вещество, урожайность, химический состав, протеин.

*В статье представлены результаты полевых исследований по возделыванию агроценозов суданской травы с бобовыми культурами на зелёную массу с разными нормами высева семян и уборка урожая в разные фазы развития растений в лесостепной зоне Предбайкалья. По данным исследований показаны результаты выращивания суданской травы в смешанном посеве с пелюшкой и викой. Выявлены возможности повышения урожайности, продуктивности и питательной ценности агроценозов путём использования разных приёмов агротехники. Установлено, что показатели продуктивности и качества изменялись от вида возделываемых культур в смесях, их норм высева и срока уборки посевов. Учёт урожая зелёной массы в поздние сроки развития растений способствует повышению урожайности и продуктивности корма. Повышение норм высева семян не влияет на продуктивность кормосмесей, а величина урожая и кормовое достоинство агроценозов зависит от оптимального соотношения компонентов. Наиболее высокую урожайность зелёной массы – 19,34 т/га, сбор сухого вещества – 5,36 т/га, выход кормопротеиновых единиц – 4,81 т/га обеспечил смешанный посев суданская трава 70 + пелюшка 50 % второго срока уборки. Высокую обеспеченность переваримым протеином*