

Role of Foliar Fertilizing in the Cultivation of Winter Wheat and Triticale under Drought Conditions

A.I. Grabovets, K. N. Biryukov

Federal agricultural research center of Rostov, ul. Institutskaya, 1, pos. Rassvet, Rostovskaya obl. 346735, Russian Federation

Abstract. The paper presents the results of studies on the foliar feeding of winter wheat and triticale under drought conditions. The northern zones of the Rostov region are characterized by gradual climate change, which is expressed in the strengthening of its continental character. Three varieties of winter wheat and three varieties of winter triticale were studied. The fertilizer system included the main application of phosphate-containing fertilizers before plowing, nitrogen (ammonium nitrate) introduction in early spring feeding, and foliar feeding with liquid complex fertilizer (N11P37, shooting stage) and carbamide (N46, earing stage). The seeding rate was 4.0 million seed/ha, the forecrop was bare fallow. The soil of the experimental plot was represented by the southern carbonate chernozem. Experimental studies were carried out in 2012–2016. The results of the experiment made it possible to substantiate that the system of foliar feeding of winter wheat and triticale should be based on the content of available phosphorus in the soil. In the case of low phosphorus reserves in the soil, feeding with liquid complex fertilizer in the shooting stage was relevant. At the same time, it was possible to increase the yield of winter wheat by 0.41 t/ha, of winter triticale – by 0.46 t/ha. The increase in the yield in the case of application of liquid complex fertilizer was due to an increase in the number of formed grains in the ear. If the content of phosphates in the soil was medium or high, it was more rational to use nitrogen for fertilizing in the earing stage. In this case, the yield of winter wheat increased by 0.47 t/ha, of triticale – by 0.52 t/ha. Carbamide fertilizing allowed to increase the mass of 1000 grains in the studied wheat and triticale varieties. Foliar feeding with liquid complex fertilizer and carbamide caused the increase in the content of protein in grain. The average growth rate for this parameter was 0.40%.

Keywords: winter wheat; winter triticale; foliar feeding; carbamide; liquid complex fertilizer; available phosphates; shooting stage; earing stage.

Author Details: A.I. Grabovets, D. Sc. (Agr.), corresponding member of RAS, chief researcher fellow (e-mail: grabovets_ai@mail.ru); K.N. Biryukov, Cand. Sc (Agr.), leading researcher fellow.

For citation: Grabovets A.I., Biryukov K.N. Role of Foliar Fertilizing in the Cultivation of Winter Wheat and Triticale under Drought Conditions. *Zemledelie*. 2018. No. 7. Pp. 36–39 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10710.

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10711
УДК 631.57+631.6

Результаты многолетнего мониторинга урожайности травостоев разного возраста в Центральном Нечерноземье

Д. А. ИВАНОВ, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник (e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru)

О. В. КАРАСЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
М. В. РУБЛЮК, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель, пос. Эммаус, 27, Калининский р-н, Тверская обл., 170530, Российская Федерация

В работе изучали результаты мониторинговых наблюдений (2001–2017 гг.) за урожайностью трав на агроэкологическом полигоне. Цель исследования – определение влияния природной среды на продуктивность злакобобовых травостоев 1, 2 и 3 г.п. для разработки методов адаптивного травосеяния. Объект исследований – полоса шириной 72 и длиной 1300 м, пересекающая все ландшафтные позиции моренного холма – депрессии, склоны и вершину, вдоль которой расположены 7 полей зернотравяного севооборота, 3 из которых заняты злакобобовыми травосмесями. Образцы отбирали в 30 точках, расположенных на расстоянии 40 м одна от другой, в которых определяли следующие показатели: урожайность сена (ц/га); влажность почвы (об. %); содержание гумуса (%); $pH_{КСР}$; Hr (мг-экв/кг); P_2O_5 (мг/кг); K_2O (мг/кг); степень разложения льнополотна (%); доля бобовых (%); доля злаковых (%); доля разнотравья (%); соотношение бобовых и злаковых (%); гидротермический коэффициент; сумма осадков (мм); среднесуточная температура ($^{\circ}C$); $\Sigma t > 10^{\circ}C$. Данные обрабатывали методами описательной статистики пакета Excel и мультирегрессионного анализа пакета STATGRAPHICS Plus. При старении травостоев достоверного снижения урожайности сена не происходило. Наименее устойчива во времени продуктивность трав 2 г. п. Временные колебания урожайности всех трав на 30,1 % обусловлены изменчивостью среднесуточных температур вегетационного периода (оптимальная $< 15,30$). Доля злаковых определяет 49,5 % вариативности урожайности трав 1 г.п., содержание фосфора в почве – 1,1 %. Колебания параметров агроценоза объясняют 47,4 % вариативности урожайности трав 2

г.п., изменчивость параметров плодородия почв – 25,2 %, погодные условия вегетационных периодов – 22,1 %. Достоверного влияния изучаемых факторов на урожайность трав 3 г.п. не выявлено. Для обеспечения высоких и относительно устойчивых урожаев сена, можно рекомендовать размещать травостои в наименее прогреваемых местах агроландшафта.

Ключевые слова: агроландшафт, травостои, мониторинг, урожайность сена, статистический анализ.

Для цитирования: Иванов Д. А., Карасева О. В., Рублюк М. В. Результаты многолетнего мониторинга урожайности травостоев разного возраста в Центральном Нечерноземье // *Земледелие*. 2018. № 7. С. 39–41. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10711.

Долговременный мониторинг состояния агрогеосистем – мощный инструмент изучения процессов антропогенного ландшафтогенеза. На основе его результатов можно разработать алгоритмы прогнозирования урожайности сельскохозяйственных растений и плодородия почв. Прогностические возможности землепользователя определяют гибкость и адаптивность применяемых технологий возделывания культур и поддержания плодородия почв.

В современных условиях, вследствие дефицита агрохимикатов и денежных средств весьма актуальна интенсивная биологизация севооборотов путем включения в них нескольких полей многолетних трав. Такое положение вполне оправдано, так как на синтез минеральных удобрений затрачивается в 5 раз больше энергии, чем на фиксацию атмосферного азота бобовыми растениями [1, 2, 3].

Изучение временной изменчивости продуктивности разновозрастных травостоев в пределах агроландшафта позволяет выявить основные процессы адаптации агроценоза к природным условиям конкретных местоположений. Выявление факторов, влияющих на производство сена, дает возможность получить новые знания в области агроландшафтоведения как в фундаментальном, так и в прикладном

Некоторые параметры временных рядов состояния разновозрастных травостоев в пределах мелиорированного агроландшафта за 2001–2017 гг.

Параметр	Травостои		
	1 г.п.	2 г.п.	3 г.п.
Средняя урожайность, ц/га	38,5	37,0	30,2
Медиана урожайности, ц/га	38,7	39,0	31,0
Коэффициент вариации урожайности, %	55,4	45,3	46,4
Минимум урожайности, ц/га	35,0	27,8	25,1
Максимум урожайности, ц/га	40,5	44,2	36,2
Доля бобовых в травостое, %	53,2	36,2	18,4
Доля злаков в травостое, %	34,1	51,9	66,2
Доля разнотравья в травостое, %	12,7	11,9	15,4
Соотношения бобовых и злаковых	18,3	1,3	0,4
Соотношения бобовых и разнотравья	49,8	35,2	8,0
Соотношение злаковых и разнотравья	17,9	44,7	40,2

аспектах.

Цель работы – исследование влияния факторов природной среды мелиорированного агроландшафта на продуктивность злакобобовых травостоев 1, 2 и 3 г.п. для разработки методов адаптивного травосеяния в зернотравяных севооборотах.

Исследования проводили в 2001–2017 гг. на агроэкологическом полигоне ФГБНУ ВНИИМЗ, расположенном в 4-х км к востоку от г. Тверь, на клеверотимофеечных травосмесях разного возраста, изначально состоявших из клевера ВИК 7 и тимофеевки ВИК 9. Удобрения в ходе опыта не вносили [4]. В природном отношении агроэкологический полигон ФГБНУ ВНИИМЗ представляет собой участок конечно-моренного холма с относительной высотой 15 м. Почвообразующие породы представлены двучленными отложениями с различной глубиной залегания морены. Почвенный покров – мозаика дерново-подзолистых почв разной степени заболоченности. Полигон осушен гончарным дренажем со средним междренним расстоянием – 30 м.

Объект исследований представляет собой полосу шириной 72 и длиной 1300 м, пересекающую все ландшафтные позиции моренного холма – межхолмные депрессии (на севере и юге полигона), пологие склоны (северной и южной экспозиции) и плоскую вершину. Вдоль этой полосы (трансекты) расположены 7 полей зернотравяного севооборота, три из которых заняты злакобобовыми травосмесями. Исследования урожайности трав и свойств почв проводили в 30 точках, регулярно расположенных на расстоянии 40 м одна от другой в пределах каждого севооборотного поля. В каждой точке определяли следующие показатели: урожайность сена (ц/га); влажность почвы (об. %); содержание гумуса (%); pH_{KCl} ; Hr (мг-экв/кг); P_2O_5 (мг/кг); K_2O (мг/кг); степень разложения льнополотна (%); доля бобовых в травостое (%); доля злаковых в травостое (%); доля разнотравья в травостое (%); соотношение бобо-

вых и злаковых видов (%).

Кроме того, на основании данных Тверской метеостанции, определяли влияние на урожайность трав следующих метеопараметров вегетационного периода каждого года исследования: гидротермический коэффициент по Селянинову; сумма осадков (мм); среднесуточная температура ($^{\circ}C$); $\Sigma t > 10^{\circ}C$. В работе мы исходили из того, что вегетационный период трав включает в себя июль–сентябрь года, предшествовавшего укосу, и май–июнь года укоса.

Все данные обрабатывали методами описательной статистики пакета Excel и мультирегрессионного анализа пакета STATGRAPHICS Plus. Степень воздействия факторов (%) на урожайность травостоев определяли по методу Н. А. Плохинского путем деления факториальной суммы квадратов на общую [5]. Для определения оптимальных значений факторов использовали метод парного регрессионного анализа.

По мере старения травостоев достоверного снижения урожайности сена не происходило. Отмечена лишь некоторая тенденция к изменению урожайности трав, однако достаточно высокие коэффициенты ее вариации не позволяют говорить о статистически доказанном процес-

се (см. табл.). При этом наименее устойчива во времени урожайность трав 2 года пользования (г.п.), на что указывают наибольшие различия между средним и медианой, а также минимальными и максимальными значениями. Уменьшение коэффициента вариации в этом случае обусловлено относительно высоким средним значением урожайности. Обнаруженные закономерности можно объяснить значительной конкуренцией между бобовыми и злаками в травостое, что определяет его относительную неустойчивость во времени.

По мере старения происходит трансформация структуры агроценоза многолетних трав: снижается доля бобовых и растет содержания злаковых. Доля разнотравья увеличивается незначительно вследствие интенсивной конкуренции со стороны сеяных видов. Следствием этого становится ухудшение качества сена – в старых травостоях оно состоит практически из одних злаков.

Данные мультирегрессионного анализа подтверждают и дополняют изложенное. Временные колебания урожайности совокупности трав 1, 2 и 3 г.п. на 30,1 % обусловлены изменчивостью среднесуточных температур вегетационного периода. Увели-

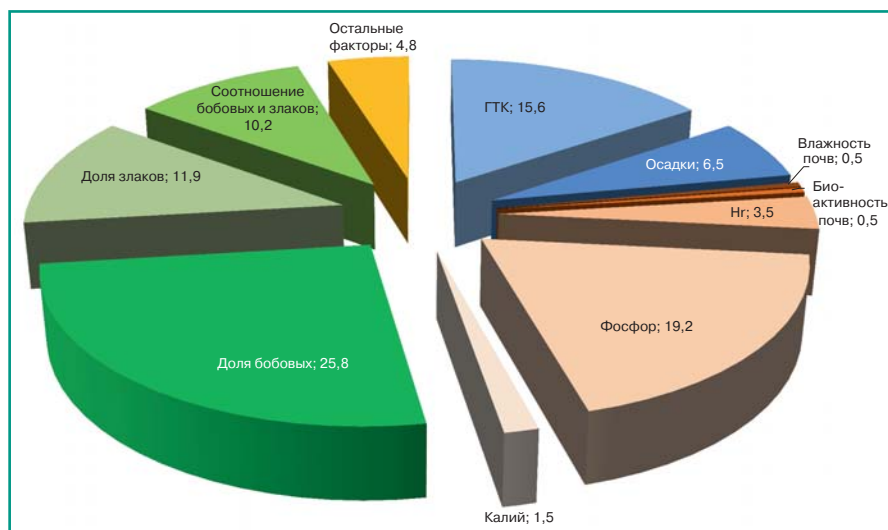


Рисунок. Доли варибельности урожайности трав 2 г.п., определяемые различными факторами природной среды, %.

чение этого параметра приводит к снижению продуктивности посевов. Оптимальными для разновозрастных травостоев можно считать среднесуточные температуры вегетационного периода менее 15,3 °C, при которых урожайность сена выше средних значений по опыту. Следовательно, размещение травостоев в наименее прогреваемых местоположениях агроландшафтов (например, на северных склонах холмов) позволит почти на треть увеличить их продуктивность.

Особенность молодых злакобобовых травостоев – интенсивное развитие клевера. Поэтому более половины вариативности урожайности трав 1 г.п. определяет влияние двух факторов – доля в них злаковых (на 49,5 %) и содержание фосфора в почве (на 1,1 %). Мониторинговые исследования показывают, что в точках с преобладанием злаков урожайность сена опускается ниже среднего значения по опыту.

Анализ влияния особенностей ландшафтной среды на временную изменчивость урожайности трав 2 г.п. свидетельствует, что 47,4 % величины этого показателя объясняется колебанием параметров структуры агроценоза, 25,2 % вариативности массы сена обусловлено изменчивостью параметров плодородия почв, а 22,1 % – погодными условиями вегетационных периодов (см. рисунок).

В отличие от травостоев 1 г.п., увеличение доли бобовых и злаков, а также их соотношения в травах 2 г.п., способствует росту урожайности. Это свидетельствует об уменьшении конкуренции между сеянцами видами и усилении давления культурного агроценоза на внедряющееся разнотравье.

Осадки как таковые воздействуют слабо, но негативно, однако рост ГТК приводит к увеличению урожайности – при его значении выше 1,5, как правило, продуктивность травостоев выше среднего значения. Это можно объяснить благотворным влиянием невысоких среднесуточных температур, отмеченным ранее.

Слабое негативное воздействие на урожай оказывает подкисление почв. Содержание в почве обменного фосфора выше 350 мг/кг позволяет формировать урожаи выше среднего значения по опыту.

Мультирегрессионный анализ мониторинговых данных по травам 3 г.п. не показал достоверного влияния факторов, используемых в исследовании, на урожайность. Это, на наш взгляд, можно объяснить значительной адаптацией такого агроценоза к ландшафтным условиям конечно-

моренного холма, которая сопровождалась внедрением разнообразных аборигенных видов максимально приспособленных к условиям конкретных местоположений.

Таким образом, злакобобовые травостой разного возраста обладают ярко выраженными индивидуальными чертами, проявляющимися как через урожайность и ее варьирование во времени, так и через особенности структуры агроценозов. Максимальное варьирование урожайности и наиболее равновесное соотношение между бобовыми и злаками наблюдали в посевах 2 г.п. Это может объяснять максимальное количество факторов, влияющих на их продуктивность. Травы 1 г.п. находятся в начальной фазе сукцессии – развитие травостоя направлено на накопление биомассы. Травы 3 г.п. приближаются к климатическому состоянию – происходит снижение продуктивности, структура агроценоза становится оптимальной для средней полосы России, наблюдается его адаптация к ландшафтно-метеорологическим условиям.

С практической точки зрения для получения высоких и относительно устойчивых урожаев сена целесообразно размещать травостой в местах, где среднесуточная температура вегетационного периода не превышает 15,3 °C.

Литература.

1. Благовещенский Г. В., Кутровский В. Н. Современные проблемы производства кормов из трав и их решения // Кормопроизводство. 2009. № 6. С. 8–12.
2. Петрова Л. И., Митрофанов Ю. И., Первушина Н. К. Эффективность размещения культур севооборотов на осушаемых землях в разных агроэкологических условиях // Мелиорация и водное хозяйство. 2015. № 2. С. 19–22.
3. Адаптация технологии выращивания травостоев к агроландшафтным условиям / Д. А. Иванов, Н. Г. Ковалев, О. В. Карасева и др. // Кормопроизводство. 2017. № 8. С. 11–17.
4. Создание ландшафтного полигона нового поколения / Д. А. Иванов, Е. М. Корнеева, Р. А. Салихов и др. // Земледелие. 1999. № 6. С. 15–16.
5. Плохинский Н. А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 268 с.

Results of Long-Term Monitoring of Productivity of Grass Stands of Different Ages in the Central Non-Black Soil Zone

D. A. Ivanov, O. V. Karaseva, M. V. Rublyuk

All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands, pos. Emmaus, 27, Kalininskii r-n, Tverskaya obl., 170530, Russian Federation

Abstract. This paper presents the data of the monitoring observations (2001–2017) over the productivity of grasses in an agro-ecological test area. The aim of the work was to determine the influence of the natural environment on the productivity of grasses-and-legumes herbage of the 1st, 2nd and 3d years of use in order to develop methods of adaptive grass sowing. The object of the research is a strip 72 m at the width and 1300 m in the length, crossing all landscape positions of a moraine hill: depressions, slopes and the top, along which there were 7 fields of a grain-grass crop rotation, three of which were occupied by grass mixtures. Samples were taken at 30 points located at a distance of 40 m from one another, in which the following indicators were determined: hay yield (t/ha); soil moisture (volume %); humus content (%); pH (KCl); hydrolytic acidity (meq/kg) P2O5 content (mg/kg); K2O content (mg/kg); the degree of decomposition of linen (%); the share of legumes (%); the share of cereals (%); the proportion of motley grasses (%); the ratio of legumes and cereals (%); the hydrothermal coefficient; the sum of precipitation (mm); the average temperature (°C); the sum of temperatures higher than 10 °C. The data were processed by methods of descriptive statistics of Excel package and multi-regression analysis of STATGRAPHICS Plus package. There was not reliable decrease in the hay yield with herbage aging. The productivity of grasses of the 2nd year of use was the least stable. Temporary fluctuations in the yield of all grasses were caused by the variability of the average daily temperatures of the growing season by 30.1% (the optimal temperature is less than 15.3 °C). The share of cereals determines 49.5% of the variability in the grass yield of the 1st year of use; the phosphorus content in the soil determines 1.1% of the variability. The fluctuations in the agroecosystem parameters, the variability of soil fertility parameters and weather conditions of vegetation periods determine, respectively, 47.4, 25.2, and 22.1% of the variability in the grass yield of the 2nd years of use. There is no significant influence of the studied factors on the grass yield of the 3d years of use. To obtain high and relatively stable yields of hay, it can be recommended to place grasses in the least heated areas of the agricultural landscape.

Keywords: agro-landscape; grass stands; monitoring; hay yield; statistical analysis.

Author Details: D. A. Ivanov, D. Sc. (Agr.), corresponding member of the RAS, chief research fellow (e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru); O. V. Karaseva, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; M. V. Rublyuk, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow.

For citation: Ivanov D. A., Karaseva O. V., Rublyuk M. V. Results of Long-Term Monitoring of Productivity of Grass Stands of Different Ages in the Central Non-Black Soil Zone. Zemledelije. 2018. No. 7. Pp. 39–41 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10711.