

## ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ СУХОГО ВЕЩЕСТВА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ФАЗЫ КУЩЕНИЕ – ПОЛНАЯ СПЕЛОСТЬ

**А.В. ПОПОВА**, научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0001-5186-6320

**Н.И. ЮРЬЕВА**, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-4874-1233

**Е.И. МАЛОКОСТОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА»

E-mail: niish1c@mail.ru

*Проведен анализ содержания азота, фосфора и калия в яровой пшенице в фазы кущение – полная спелость. Выявлено, что максимальное содержание данных макроэлементов наблюдается в начальные фазы развития культуры и с наступлением последующих фаз уменьшается в несколько раз относительно фазы кущения. Это происходит благодаря интенсивному оттоку в репродуктивные органы, что очень важно при формировании полноценного высокобелкового зерна яровой пшеницы. В среднем за вегетацию накопление азота, фосфора и калия в растительных образцах мягкой пшеницы выше, чем в твердой. Наибольшую урожайность мягкой пшеницы показали линии 1799(14) и 2905(14), превзошедшие стандарт по накоплению азота. В твердой пшенице лучшим по урожайности выделился сортообразец 926(15), который был лучшим по накоплению азота и калия в среднем за всю вегетацию.*

**Ключевые слова:** яровая пшеница, мягкая пшеница, твердая пшеница, азот, фосфор, калий, абсолютно сухое вещество.

**Для цитирования:** Попова А.В., Юрьева Н.И., Малокостова Е.И. Динамика накопления сухого вещества яровой пшеницы в фазы кущение – полная спелость. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):131-136. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-131-136

## DYNAMICS OF ACCUMULATION OF DRY MATTER OF SPRING WHEAT IN THE TILLERING – FULL RIPENESS PHASES

**A.V. Popova, N.I. Yurieva, E.I. Malokostova**

FSBSI «V.V. DOKUCHAEV FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER, VORONEZH»

**Abstract:** *The analysis of the study of nitrogen, phosphorus and potassium content in spring wheat in the tillering – full ripeness phases was carried out. It is revealed that the maximum content of these macronutrients is observed in the initial phases of culture development and with the onset of subsequent phases decreases several times relative to the tillering phase. This is due to the intensive outflow into the reproductive organs, which is very important in the formation of a full-fledged high-protein grain of spring wheat. On average, during the growing season, the accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium in plant samples of soft wheat is higher than in hard wheat. The highest yield of soft wheat was shown by the lines 1799(14) and 2905(14), which exceeded the standard for nitrogen accumulation. In durum wheat, cultivar 926(15) was the best in terms of yield, which was the best in terms of nitrogen and potassium accumulation on average over the entire growing season.*

**Keywords:** spring wheat, soft wheat, durum wheat, nitrogen, phosphorus, potassium, absolutely dry matter.

### **Введение**

Повышение урожайности сельскохозяйственных растений является целью оптимизации их питания. Для достижения этой цели необходимо изучение зависимости продуктивности растения от уровня питания, который определяет минеральный статус растения, то есть содержания в его тканях питательных элементов. От содержания элементов питания в тканях растений зависит интенсивность метаболизма. В свою очередь, содержание элементов в тканях определяется их количеством в почве, экзогенными факторами среды и степенью доступности элементов растениям (Федоров А.А., 2002 г.).

Яровая пшеница – одна из наиболее ценных продовольственных культур. Благодаря разностороннему использованию высокопитательного зерна она обеспечивает 20% энергии в рационе человечества. Яровая пшеница требовательна к наличию в почве питательных веществ в доступной форме. Потребность пшеницы в элементах питания сильно меняется в течение вегетации: начиная с фазы выхода в трубку интенсивность роста растений и потребление питательных веществ из почвы существенно увеличивается. В целом потребность в элементах питания яровой пшеницы постепенно повышается от всходов к кущению и значительно возрастает в фазы выхода в трубку и колошения. В этот период яровая пшеница потребляет около 60-70% всего количества элементов питания [1].

Цель исследований состояла в изучении динамики накопления яровой пшеницей сухого вещества в фазы кущение – полная спелость.

### **Материалы и методы исследований**

Исследования были проведены в полевых и лабораторных условиях Воронежского ФАНЦ им. В. В. Докучаева в 2020-2021гг. Опытная культура – яровая пшеница. Все изучаемые сортообразцы сравнивались со стандартами: по мягкой пшенице – Черноземноуральская 2, по твердой – Донская элегия.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднemocный среднегумусный, тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Общий азот – 0,36%, общий фосфор – 0,35%, общий калий – 1,85%, сумма поглощенных оснований – 66,4 мг/кг почвы [2]. Посев опытных делянок был произведен в питомнике конкурсного сортоиспытания сеялкой СУ-10 по предшественнику озимая рожь. Повторность четырехкратная, размещение вариантов в опыте систематическое. Учетная площадь делянки 20 м<sup>2</sup> Норма высева – 5,5 (для мягкой пшеницы) и 5,2 (для твердой) млн. всхожих зерен на 1 га [3]. Агротехника общепринятая для Воронежской области. Закладка питомника КСИ, фенологические наблюдения и все предусмотренные учеты и оценки по этапам селекции выполнены в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019). Отбор образцов осуществлялся в соответствии с Методическими указаниями по географической сети опытов (1985).

В течение вегетации яровой пшеницы в растительных образцах определяли азот – по Кьельдалю (ГОСТ 13496,4 – 93), фосфор – ванадомолибдатным способом (ГОСТ 26657 – 97), калий – на пламенном фотометре (ГОСТ 30504 – 97). Уборка опытного материала была произведена поделочно комбайном «Сампо – 130» с последующим взвешиванием и определением влажности зерна. Статистическая обработка данных по урожайности выполнена с помощью дисперсионного анализа по Доспехову Б. А. с использованием программы Microsoft Excel [4].

### **Результаты и их обсуждение**

Азот – один из важнейших макроэлементов. Растениям он необходим постоянно, так как отвечает за все процессы питания. Роль азота в жизни растения заключается еще в том, что он больше других элементов влияет на качество и количество урожая (Ягодин и др., 2002).

Проведенные исследования показали, что максимальное содержание азота в листьях и стеблях яровой пшеницы наблюдается в фазу кущения, так как в этот период растения нуждаются в большом количестве белка на построение тканей. Наибольшее содержание азота в данную фазу наблюдалось в мягкой пшенице у сорта местной селекции Воронежская

18 и линии 2905 (15) (3,63% и 3,91% абсолютно сухого вещества). У стандарта мягкой пшеницы этот показатель равнялся 3,58%. В среднем по накоплению азота за вегетацию все сортообразцы мягкой пшеницы превзошли стандарт Черноземноуральская 2.

В твердой пшенице максимальное накопление азота в фазу кущения наблюдалось у стандарта Донская элегия и сортообразца 926(15) – 3,67% и 4,25% абсолютно сухого вещества соответственно. Эти же сортообразцы выделились и в среднем за вегетацию (1,53% и 1,6%).

В опытах 2020 – 2021 гг. было установлено, что среднее содержание азота в период кущения для сортообразцов мягкой пшеницы составило 3,57% абсолютно сухого вещества, для твердой – 3,77%. Это не повлияло на конечный результат, и в среднем за вегетацию этот показатель отличался на 0,01% в пользу мягкой пшеницы (табл. 1).

Таблица 1

**Динамика содержания азота в растительных образцах яровой пшеницы  
(среднее за 2020-2021гг.,% абс. сухого вещества)**

Название сорта, линии	Срок определения (фазы)						
	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость	Среднее за вегетацию
<b>Мягкая пшеница</b>							
Черноземноуральская 2, St	3,58	2,52	1,38	0,57	0,41	0,30	1,46
Воронежская 18	3,63	2,67	1,49	0,55	0,44	0,34	1,52
Линия 32 (13)	3,30	2,60	1,56	0,65	0,51	0,29	1,49
Линия 1799(14)	3,43	2,54	1,55	0,74	0,40	0,26	1,49
Линия 2905(14)	3,91	2,65	1,48	0,76	0,44	0,27	1,59
Среднее	3,57	2,59	1,49	0,65	0,44	0,29	1,51
НСР <sub>0,5</sub>	0,29	0,08	0,09	0,12	0,05	0,04	
<b>Твердая пшеница</b>							
Донская элегия, St	3,71	2,35	1,74	0,62	0,53	0,25	1,53
Воронежская 13	3,67	2,42	1,43	0,57	0,27	0,26	1,44
Линия 1645 (06)	3,67	2,81	1,50	0,50	0,25	0,28	1,50
Линия 844 (15)	3,60	2,41	1,70	0,64	0,22	0,23	1,47
Линия 926(15)	4,25	2,56	1,58	0,62	0,29	0,27	1,60
Линия 930(15)	3,74	2,39	1,41	0,69	0,29	0,21	1,46
Среднее	3,77	2,49	1,56	0,61	0,31	0,25	1,50
НСР <sub>0,5</sub>	0,25	0,18	0,14	0,07	0,12	0,03	

Фосфор по своей важности занимает второе место после азота. Больше всего фосфора накапливается в репродуктивных органах, где интенсивно происходят процессы синтеза органических веществ. Азот и фосфор в растительных организмах характеризуется довольно устойчивым соотношением в урожае (Чуб М.П., 1980 г).

Анализ проведенных наблюдений показал, что наибольшее содержание фосфора в растениях отмечено в начальные фазы развития. Все изучаемые сортообразцы имели незначительное отклонение от стандарта. Наибольшее содержание подвижного фосфора в листьях и стеблях в фазу кущения наблюдалось у сортообразцов мягкой пшеницы, но выделились по данному показателю стандарт Черноземноуральская 2 (0,97%) и линия 1799(4) (0,99% абсолютно сухого вещества). В твердой пшенице все сортообразцы превысили стандарт, но максимальное накопление P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> наблюдалось у сорта местной селекции Воронежская 13 и линии 844(15) – 0,88%. Опытным путем было установлено, что в среднем за вегетацию накопление P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> у мягкой пшеницы было выше, чем у твердой (табл. 2).

**Динамика содержания фосфора в растительных образцах яровой пшеницы  
(средне за 2020 – 2021гг., % абс. сухого вещества)**

Название сорта, линии	Срок определения (фазы)						
	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость	Среднее за вегетацию
<b>Мягкая пшеница</b>							
Черноземноуральская 2, St	0,97	0,60	0,39	0,27	0,12	0,07	0,18
Воронежская 18	0,92	0,68	0,47	0,25	0,05	0,04	0,18
Линия 32 (13)	0,89	0,65	0,49	0,28	0,11	0,08	0,18
Линия 1799(14)	0,99	0,65	0,45	0,28	0,12	0,11	0,19
Линия 2905(14)	0,93	0,60	0,35	0,30	0,12	0,09	0,17
Среднее	0,94	0,64	0,43	0,27	0,11	0,07	0,18
НСР <sub>0,5</sub>	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	
<b>Твердая пшеница</b>							
Донская элегия, St	0,81	0,60	0,41	0,19	0,08	0,07	0,16
Воронежская 13	0,88	0,63	0,38	0,20	0,06	0,04	0,16
Линия 1645 (06)	0,86	0,64	0,34	0,21	0,11	0,10	0,16
Линия 844(15)	0,88	0,64	0,38	0,26	0,07	0,06	0,17
Линия 926(15)	0,86	0,62	0,38	0,21	0,09	0,08	0,16
Линия 930(15)	0,86	0,60	0,44	0,27	0,17	0,11	0,18
Среднее	0,85	0,62	0,39	0,23	0,09	0,07	0,16
НСР <sub>0,5</sub>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	

Калий занимает важное место в балансе питания яровой пшеницы. Он ускоряет передвижение углеводов из стеблей и листьев в зерно, вследствие чего оно получается крупнее и более выполненное. К концу вегетации до 60% калия выводится из растений с корневыми выделениями, вследствие чего судить о потребности растений в калии по его выносу с урожаем трудно (Кумаков В.А., 1988 г).

Во время проведения исследований было установлено, что концентрация калия как в начальные фазы, так и в среднем по вегетации у твердых сортообразцов ниже, чем у мягких. Самый высокий показатель в фазу кущения был отмечен у сортообразца мягкой пшеницы 2905 (14) – 2,48% абсолютно сухого вещества, но в среднем за вегетацию с максимальным содержанием калия лучшим был сортообразец мягкой пшеницы 32 (13) – 1,53% абсолютно сухого вещества. В твердой пшенице с высоким содержанием калия в фазу кущения выделились сорт местной селекции Воронежская 13 и линия 844 (15) – 1,9% абсолютно сухого вещества, но лучшими за всю вегетацию были отмечены сортообразцы 926 (15) и 930 (15) – 1,12% и 1,16% соответственно. У стандарта Донская элегия этот показатель равнялся 1,1% (табл. 3).

Урожайность – сложный количественный признак, суммарный итог результатов развития растений в течение вегетационного периода [5]. В опытах 2020 года было замечено, что все изучаемые сортообразцы яровой мягкой пшеницы имели незначительное отклонение от стандарта по урожайности. Лучшими были выделены сорт местной селекции Воронежская 18 и линия 1799(14) с результатом 2,9 и 2,95 т/га соответственно. В твердой пшенице по этому показателю стандарт Донская элегия с результатом 2,79 т/га не превзошел ни один сортообразец.

Таблица 3

**Динамика содержания калия в растительных образцах яровой пшеницы  
(среднее за 2020-2021гг.,% абс. сухого вещества)**

Название сорта, линии	Срок определения (фазы)						
	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость	Среднее за вегетацию
<b>Мягкая пшеница</b>							
Черноземноуральская 2, St	2,25	1,75	1,16	0,98	0,91	0,69	1,29
Воронежская 18	2,03	2,02	1,19	0,96	0,94	0,66	1,30
Линия 32 (13)	2,44	2,11	1,58	1,10	1,08	0,90	1,53
Линия 1799(14)	2,41	1,93	1,46	0,92	0,90	0,79	1,40
Линия 2905(14)	2,48	1,74	1,18	1,04	1,01	0,74	1,37
Среднее	2,32	1,91	1,31	1,00	0,97	0,76	1,38
НСР <sub>0,5</sub>	0,23	0,20	0,24	0,09	0,09	0,12	
<b>Твердая пшеница</b>							
Донская элегия, St	1,83	1,57	1,13	0,91	0,70	0,44	1,10
Воронежская 13	1,90	1,52	1,00	0,75	0,69	0,42	1,05
Линия 1645 (06)	1,79	1,55	1,11	0,87	0,82	0,45	1,10
Линия 844(15)	1,90	1,63	0,98	0,62	0,56	0,49	1,03
Линия 926(15)	1,79	1,68	1,21	0,94	0,71	0,41	1,12
Линия 930(15)	1,72	1,68	1,22	0,88	0,78	0,65	1,16
Среднее	1,82	1,61	1,11	0,83	0,71	0,48	1,09
НСР <sub>0,5</sub>	0,09	0,08	0,11	0,13	0,09	0,09	

Анализом проведенных исследований 2021 года было установлено, что лучшими по урожайности в мягкой пшенице выделились сортообразцы 32 (13) и 2905 (14) с результатом 3,24 и 3,34 т/га соответственно. В твердой пшенице все изучаемые сортообразцы значительно уступали по этому показателю мягкой пшенице и самая высокая урожайность была у линий 844 (15) и 926 (15). Их результат составил 2,79 и 2,99 т/га соответственно (табл. 4).

Таблица 4

**Урожайность сортообразцов яровой пшеницы**

Название сорта, линии	Урожайность, т/га			Отклонение от стандарта,%
	2020 г.	2021 г.	Средняя за 2 года	
<b>Мягкая пшеница</b>				
Черноземноуральская 2, St	2,89	3,21	3,05	100
Воронежская 18	2,9	2,78	2,84	93,1
Линия 32(13)	2,8	3,24	3,02	99,0
Линия 1799(14)	2,95	3,15	3,05	100
Линия 2905(14)	2,84	3,34	3,09	101,3
НСР <sub>05</sub>	0,13	0,12	-	-
<b>Твердая пшеница</b>				
Донская элегия,St	2,79	2,77	2,78	100
Воронежская 13	2,52	2,39	2,46	88,5
Линия 1645(06)	2,63	2,50	2,57	92,5
Линия 844(15)	2,51	2,79	2,65	95,3
Линия 926(15)	2,59	2,99	2,79	100,4
Линия 930(15)	2,54	2,76	2,65	95,3
НСР <sub>05</sub>	0,11	0,17	-	-

В среднем за два года исследований все изучаемые образцы мягкой пшеницы имели незначительное отклонение от стандарта, но наибольшую урожайность показали линии 1799

(14) и 2905 (14) – 3,05 и 3,09 т/га соответственно. Эти сортообразцы в среднем за вегетацию превзошли стандарт по накоплению азота. В твердой пшенице лучшим по урожайности выделился сортообразец 926 (15) с результатом 2,79 т/га. Эта же линия была лучшей по накоплению азота, фосфора и калия в среднем за всю вегетацию.

#### **Выводы**

1. Максимальное содержание азота, фосфора и калия в растительных образцах яровой пшеницы наблюдается в фазу кущения, так как в этот период растения нуждаются в большом количестве белка на построение тканей.

2. Содержание азота, фосфора и калия в листьях и стеблях опытной культуры снижается с наступлением последующих фаз: к моменту полной спелости их количество уменьшается в несколько раз относительно фазы кущения. Это происходит благодаря интенсивному оттоку в репродуктивные органы, что очень важно при формировании полноценного высокобелкового зерна яровой пшеницы.

3. Концентрация фосфора в фазу кущения у мягкой пшеницы выше, чем у твердой.

4. Концентрация калия как в начальные фазы, так и в среднем по вегетации у твердых сортообразцов ниже, чем у мягких.

5. Наибольшую урожайность показали линии мягкой пшеницы 1799(14) и 2905(14), которые превзошли стандарт по накоплению азота.

6. В твердой пшенице лучшим по урожайности выделился сортообразец 926(15). Эта же линия была лучшей по накоплению азота и калия в среднем за всю вегетацию.

#### **Литература**

1. Особенности питания и удобрения яровой пшеницы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.activestudy.info/osobennosti-pitaniya-i-udobreniya-yarovoj-pshenicy/> (дата обращения: 27.09.2022 г).

2. Турусов В.И., Гармашов В.М., Новичихин А.М., Дорохов Б.А., Нужная Н.А., Бочарникова Е.Г., Абанина О.А., Харьковский А.А., Горбачева А.В. Рекомендации по выращиванию озимой пшеницы в хозяйствах Воронежской области // Каменная Степь. – 2019 – 37 с.

3. Турусов В.И., Новичихин А.М., Малокостова Е.И., Нужная Н.А., Черных А.В. Технология возделывания яровой пшеницы в ЦЧЗ // Каменная Степь. – 2019. – 30 с.

4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований), 5 – е изд., перераб. и доп.. – М.: Альянс, – 2014. – 351 с.

5. Романова О.В., Злотникова О.В. Влияние средств химической защиты и применения удобрений на урожайность яровой пшеницы // Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения. Материалы международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 115-118.

#### **References**

1. Features of nutrition and fertilization of spring wheat [Electronic resource].–Access mode: <https://www.activestudy.info/osobennosti-pitaniya-i-udobreniya-yarovoj-pshenicy/> / (accessed: 27.09.2022).

2. Turusov V.I., Garmashov V.M., Novichikhin A.M., Dorokhov B.A., Nuzhnaya N.A., Bocharnikova E.G., Abanina O.A., Kharkov A.A., Gorbacheva A.V. Recommendations for growing winter wheat in farms of the Voronezh region. Kamennaya Steppe, 2019, 37 p. (In Russian)

3. Turusov V.I., Novichikhin A.M., Malokostova E.I., Nuzhnaya N.A., Chernykh A.V. Technology of cultivation of spring wheat in the Central Processing Plant. Kamennaya Steppe, 2019, 30 p. (In Russian)

4. Dospikhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results), 5 th ed., reprint. and add., Moscow: Alliance, 2014, 351 p. (In Russian)

5. Romanova O.V., Zlotnikova O.V. The influence of chemical protection agents and the use of fertilizers on the yield of spring wheat. Agrochemicals in the XXI century: theory and practice of application. Materials of the international scientific and practical conference. 2017, pp. 115-118. (In Russian)