

**АГРОНОМИЯ  
AGRONOMY**

Научная статья

УДК 631.8; 631.4

doi: 10.34655/bgsha.2022.67.2.001

**ОЦЕНКА ВЛАГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО РАПСА  
В ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**В.И. Беляев<sup>1</sup>, А.А. Смышляев<sup>2</sup>, Е.Д. Кошелева<sup>3</sup> С.Б. Цыдыпова<sup>4</sup>,  
Н.В. Пашинова<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

<sup>4,5</sup>Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, Россия

<sup>1</sup>prof-Belyaev@yandex.ru

<sup>2</sup>an\_smish\_asau@mail.ru

<sup>3</sup>jten@yandex.ru

<sup>4</sup>scydypova@mail.ru

<sup>5</sup>nadya233.84@mail.ru

**Аннотация.** В статье приведены результаты двух лет измерения и анализа влажности почвы, полученные во время опытов выращивания рапса в черноземной зоне юга Западной Сибири с применением удобрений в условиях богарного земледелия Новосибирской области и Алтайского края. Влажность почвы измерялась прибором HH2 Delta-T Devices. Были измерены и оценены исходные запасы влаги в метровом слое почвы на опытных делянках. Запасы влаги соответствовали низким и средним показателям влагообеспечения для Новосибирской области (2020) и средним значениям для Алтайского края (2021). Для оценки эффективности применяемых агротехнических мероприятий использовалась урожайность и рассчитанный объем потребления влаги, а также коэффициент влагопотребления культуры. В степной зоне Новосибирской области водопотребление ярового рапса за весь период вегетации на 7 делянках менялось в диапазоне от 206 до 234 мм. Неоспоримое преимущество получили варианты применения удобрений на делянках с максимальной урожайностью 33,2 и 31,4 ц/га и наименьшим коэффициентом влагопотребления 69 и 67 мм/т соответственно. В лесостепной зоне Алтайского края водопотребление ярового рапса за весь период вегетации на 5 делянках менялось в диапазоне от 246 до 262 мм, при этом наименьшие коэффициенты водопотребления 76 и 79 мм/т дали делянки с наибольшей урожайностью 32,3 и 32,2 ц/га соответственно.

**Ключевые слова:** рапс, удобрение, влажность почвы, влагозапасы, коэффициент влагопотребления.

**Благодарности.** Работа выполнялась в рамках изучения агрономической эффективности применения удобрений в условиях производства (на примере ярового рапса) по хозяйственной теме № ФСЗ 45/86 АлтГАУ в 2020-2021 гг.

Original article

## ASSESSMENT OF MOISTURE CONSUMPTION DURING SPRING RAPE CULTIVATION IN THE SOUTHERN CHERNOZEM ZONE OF WESTERN SIBERIA

Vladimir I. Belyaev<sup>1</sup>, Andrey A. Smyshlyaev<sup>2</sup>, Evgenia D. Kosheleva<sup>3</sup>,  
Sayana B. Tsydypova<sup>4</sup>, Nadezhda V. Pashinova<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup> Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia

<sup>4,5</sup> Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, Ulan-Ude, Russia

<sup>1</sup> prof-Belyaev@yandex.ru

<sup>2</sup> an\_smish\_asau@mail.ru

<sup>3</sup> jten@yandex.ru

<sup>4</sup> scydypova@mail.ru

<sup>5</sup> nadya233.84@mail.ru

**Abstract.** *The article presents the results of two years of measuring and analyzing soil moisture obtained during experiments on growing rapeseed in the southern chernozem zone of Western Siberia with the use of fertilizers in rainfed agriculture in the Novosibirsk region and Altai Territory. Soil moisture was measured with a Delta-T Devices HH2. Initial moisture reserves were measured and evaluated in a meter layer of soil on experimental plots. Moisture reserves corresponded to low and average moisture supply indicators for the Novosibirsk region (2020) and average values for the Altai Territory (2021). To assess the effectiveness of the applied agrotechnical techniques, the yield and the calculated volume of moisture consumption, as well as the coefficient of moisture consumption of the crop, were used. In the steppe zone of the Novosibirsk region, the water consumption of spring rapeseed for the entire growing season in 7 plots varied in the range from 206 to 234 mm. Variants of using fertilizers on plots with a maximum yield of 33.2 and 31.4 dt/ha and with the lowest moisture consumption coefficient of 69 mm/t and 67 mm/t, respectively, received an indisputable advantage. In the forest-steppe zone of the Altai Territory, the water consumption of spring rapeseed for the entire growing season on 5 plots varied in the range from 246 to 262 mm, while the lowest water consumption coefficients of 76 and 79 mm/t were given by the plots with the highest yield of 32.3 and 32.2 dt/ha respectively.*

**Keywords:** rapeseed, fertilizer, soil moisture, moisture reserves, moisture consumption coefficient.

**Acknowledgments.** The work was carried out as a part of the study of the agronomic efficiency of the fertilizers use in production conditions (on the example of spring rapeseed) under the economic contract No. FSZ 45/86 AltGAU in 2020-2021.

**Введение.** Директор Департамента растениеводства, химизации и защиты растений Минсельхоза РФ П.А. Чекмарев отмечал, что в Российской Федерации традиционно главной масличной культурой является подсолнечник, а рапс продолжает оставаться малозначимым в этой сфере и не используемым в качестве белковой пищи [1, 2, 3]. Но потребности России в растительном масле и белке удовлетворяются за счет внутренних ресурсов только на 70%, потому именно рапс может стать культурой, позволяющей нарастить производство масла и кормового белка. Кроме того, рапс является

отличной мелиоративной культурой, повышающей продуктивность севооборота на 10-15% за счет улучшения структуры почвы и наличия питательных элементов в стерневых остатках, эквивалентных внесению 15 т/га органических удобрений [1, 4, 5].

Средняя урожайность семян ярового рапса в мире составляет 16-20 ц/га, в России – 7-10 ц/га [2, 3]. Почвенно-климатические условия позволяют выращивать рапс практически во всех регионах РФ, где ведется сельское хозяйство, но его доля в объеме посевных площадей достигает 0,3% [4, 5, 6], а в структуре посевных пло-

щадей масличных культур – 3-4% [1].

В Западной Сибири реализация семян рапса способна обеспечить прибыль с гектара пашни не ниже яровой пшеницы, потому наблюдается рост посевных площадей, занятых под эту культуру [7]. По данным компании «Сибирский рапс», затраты на возделывание рапса в 2005-2007 годах составляли 5000 руб/га, а прибыль достигала 8000 руб./га [8].

В 2021 году три культуры обеспечивали производство масличной продукции в РФ: подсолнечник – 67% (15572 Мт), соевые бобы – 21% (4760 Мт), рапс – 12% (2775 Мт). При этом отмечается рост производства рапса на 208 Мт в сравнении с 2020 г. [9].

**Целью** данного исследования являлось изучение режима влаги при выращивании рапса в черноземной зоне юга Западной Сибири в условиях богарного земледелия с применением различных доз удобрений для оценки потребности куль-

туры в воде в период вегетации. Для достижения цели были поставлены три задачи: 1) оценить влагозапасы на момент начала закладки опытов; 2) исследовать влияние внесенных удобрений на коэффициент водопотребления рапса; 3) пополнить базу многолетних данных по региону о влажности почв и изменении влагозапасов в процессе вегетации сельскохозяйственных культур.

#### **Условия и методы исследования.**

Объектом исследования являлась влажность почв и запасы влаги в почвенных слоях на опытных делянках хозяйств ИП Вайс А.Э. Краснозерского района Новосибирской области (тип почв – чернозем выщелоченный) в 2020 г. и ООО «Агрофирма Урожай» Зонального района Алтайского края (тип почв – чернозем обыкновенный среднесуглинистый) в 2021 г. Схемы деляночных опытов приведены в таблице 1. Предшественником в обоих случаях являлась яровая пшеница.

**Таблица 1** – Схемы деляночных опытов: яровой рапс, 2020-2021 гг.

| Номер делянки   | Вариант внесения удобрений | Норма, кг/га | Срок внесения удобрений |
|---|----------------------------|--------------|-------------------------|
| ИП «Вайс А.Э.» Краснозерского района Новосибирской области.<br>Культура: яровой рапс. Сорт: Билдер. Площадь одной делянки: 13 га.<br>Дата закладки опыта: 19-20 мая 2020 г. |                            |              |                         |
| 1   | Сульфоаммофос              | 200          | Припосевное             |
|   | Сульфат аммония            | 150          | Подкормка 1             |
|   | Карбамид                   | 210          | Подкормка 2             |
| 2   | Сульфоаммофос              | 200          | Припосевное             |
|   | АмСе +Карбамид             | 150+150      | Подкормка               |
| 3   | НПК(S) 15:15:15(10)        | 120          | Припосевное             |
|   | КАС                        | 200          | Подкормка               |
| 4   | НПК(S) 15:15:15(10)        | 200          | Припосевное             |
|   | Сульфат аммония            | 150          | Подкормка 1             |
|   | Карбамид                   | 210          | Подкормка 2             |
| 5   | НПК 16:16:16               | 200          | Припосевное             |
|   | Сульфат аммония            | 150          | Подкормка 1             |
|   | Карбамид                   | 210          | Подкормка 2             |
| 6   | ЖКУ +Карбамид              | 150+70       | Припосевное             |
|   | Сульфат аммония            | 150          | Подкормка 1             |
|   | Карбамид+ ЖКУ              | 150+100      | Подкормка 2             |
| 7   | КАС+ЖКУ                    | 200+100      | Припосевное             |
|   | Сульфат аммония            | 150          | Подкормка 1             |
|   | КАС+ЖКУ                    | 200+100      | Подкормка 2             |

| ООО «Агрофирма Урожай» Зонального района Алтайского края,<br>Культура: яровой рапс. Сорт: Рапуль Кюри. Площадь одной делянки: 20 га.<br>Дата закладки опыта 20 мая 2021 г. |                              |          |             |
|--|------------------------------|----------|-------------|
| 1  | АРАВИВА NP 12:52             | 50       | Припосевное |
|  | КАС 32 + сульфат аммония     | 200 + 50 | Подкормка   |
| 2  | АРАВИВА NP (S)16:20(12)      | 100      | Припосевное |
|  | КАС 32 + сульфат аммония     | 200 + 50 | Подкормка   |
| 3  | АРАВИВА NPK (S)15:15:15(10)  | 100      | Припосевное |
|  | КАС 32 + сульфат аммония     | 200 + 50 | Подкормка   |
| 4  | АРАВИВА PK (S)20:20(5)+20CaO | 100      | Припосевное |
|  | КАС 32 + сульфат аммония     | 200 + 50 | Подкормка   |
| 5  | АРАВИВА NPK (S) 10:26:26(2)  | 100      | Припосевное |
|  | КАС 32 + сульфат аммония     | 200 + 50 | Подкормка   |

Технология возделывания ярового рапса определялась парком посевных комплексов и агрегатов, а также набором возможностей конкретных хозяйств.

Для комплексной оценки эффективности применения различных вариантов удобрений проводилась сравнительная оценка показателей качества посева, водного режима почвы, структуры урожая и качества зерна, экономической эффективности по сравниваемым вариантам внесения удобрений.

Для экспресс-измерения влажности почвы использовался прибор NH2 Delta-T Devices (Великобритания). Прибор обес-

печивает измерения в диапазоне от 5 до 85% и имеет дискретность измерения 0,1%. При калибровке прибора с учетом типа почв точность измерений достигает ±1%, а при стандартной калибровке ±3%.

**Результаты исследований и их обсуждения.** Хозяйство ООО «Агрофирма Урожай» расположено в юго-восточной зоне Алтайского края, хозяйство «ИП Вайс А.Э.», в степной зоне Новосибирской области. Распределение осадков и температур для вегетационного периода, по данным метеостанции хозяйств, за соответствующие годы представлено на рисунке 1.

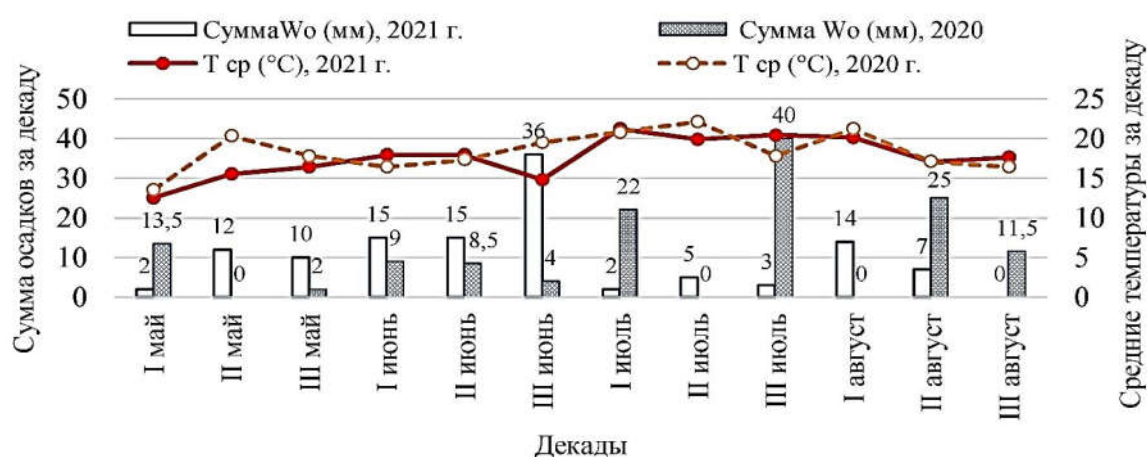


Рисунок 1. Суммы осадков Wo (мм) и средние температуры T(°C) за декады: метеостанции хозяйств с. Мохнатый лог (2020) и с. Зональное (2021)

По биоклиматическим особенностям территория хозяйства ООО «Агрофирма Урожай» относится к подзоне средней

лесостепи с континентальным климатом, но с более высоким снежным покровом зимой и более устойчивым увлажнением

летом по сравнению со степной зоной.

Для хозяйства «ИП Вайс А.Э.» за май – август месяцы количество осадков в условиях 2020 года было ниже среднего многолетнего на 34,5 мм (20,2%), а средняя температура выше на 1,7 °С (10,2%). В мае и июне выпало осадков в 2,0 раза ниже нормы, в июле осадки были выше нормы на 6 мм (10,7%). Наибольшее отклонение температуры от многолетних значений наблюдали в мае месяце (144,5% от нормы), а минимальное – в июле (98,9% от нормы).

Для хозяйства ООО «Агрофирма Урожай» количество осадков в условиях 2021 года за май – август месяцы было ниже среднемноголетних значений на 37% (71,0 мм), а средняя температура выше на 3,0% (0,5 °С), но распределение осадков по месяцам не было столь однозначным: в июне выпало осадков в 1,25 раза выше нормы, в июле – в 6,2 раза ниже нормы. Максимальное отклонение температуры от многолетних значений наблюдалось в мае (122 % от нормы), а минимальное отклонение соответствовало июню и августу (96 % от нормы).

В 2020 г. в условиях опыта в Новосибирской области на двух полях, расположенных рядом, было разбито 7 делянок по 13 га каждая, влажность почвы по слоям распределялась неравномерно: на поле 88 га вариация составила 12,9%, а на поле 55 га – 16,1%. Общие запасы влаги в метровом слое почвы на полях различались на 52,3 мм и составили 223,6 и 275,9 мм соответственно. Таким образом, влагообеспеченность полей в 2020 г. была низкой и средней.

В 2021 г. в условиях опыта в Алтай-

ском крае на одном поле, разбитом на 5 делянок, анализ распределения исходной влажности почвы и исходных запасов влаги по слоям до 1 метра по состоянию на 8 мая показал неравномерность влагозапасов по слоям. Максимальная влажность получена в слое 70-80 см (27,5%), а минимальная влажность в слое 0-10 см (19,1%). Исходные запасы влаги в метровом слое почвы на опытном поле перед посадкой составили 243,9 мм, что соответствует средним значениям влагообеспеченности.

Основным лимитирующим фактором урожайности является влага. В условиях богарного земледелия этот фактор является нерегулируемым, невозможно изменить количество выпадающих осадков, но есть аспекты, которые помогают растению использовать имеющуюся влагу [10].

Существуют два фактора, которые могут положительно влиять на экономное расходование влаги – это осуществление защиты растений и обеспечение растений питательными веществами. Гербициды останавливают рост сорняков, которые могут потреблять влагу даже в большем количестве, чем основная культура [11]. Наличие вредителей и болезней вызывает повреждение растений и падение тургорного давления в растительных клетках, что ведет к неоптимальному потреблению влаги [12]. На опытных делянках этот фактор нерационального использования влаги был минимизирован применением гербицидов, инсектицидов и фунгицидов, а идентичность внесенных удобрений и микроэлементов во время вегетации выравнивала условие опытов и оптимизировала питание культуры (табл. 2).

**Таблица 2** – Химическая обработка посевов и применение удобрений в период вегетации ярового рапса на опытных делянках в 2020-2021 гг.

| № обработки  | Наименование          | Назначение         | Норма    | Срок внесения удобрений    |
|--|-----------------------|--------------------|----------|----------------------------|
| ИП «Вайс А.Э.» Краснозерского района Новосибирской области.<br>Культура: яровой рапс. Сорт: Билдер. Все делянки. 2020 г. |                       |                    |          |                            |
| 1  | Раундап Экстра        | гербицид           | 1 л/га   | до посева<br>7 мая 2020 г. |
|  | Агроксон              | гербицид           | 0,5 л/га |                            |
|  | Ортофосфорная кислота | для смягчения воды | 0,3 л/т  |                            |
|  | Рабочий раствор       | рабочий раствор    | 65 л/га  |                            |

## Продолжение таблицы 2

|   |                            |                    |             |                             |
|---|----------------------------|--------------------|-------------|-----------------------------|
| 2   | Карбамид                   | удобрение          | 6 кг/га     | 17 мая 2020 г.              |
|   | Сульфат магния             | удобрение          | 3 кг/га     |                             |
|   | Сульфат аммония            | удобрение          | 3,5 кг/га   |                             |
|   | Галера Супер 364           | гербицид           | 0,3 л/га    |                             |
|   | Эфория                     | инсектицид         | 0,2 л/га    |                             |
|   | Селект                     | гербицид           | 0,6 л/га    |                             |
|   | Пикет                      | инсектицид         | 0,1 л/га    |                             |
|   | Рабочий раствор            | рабочий раствор    | 120 л/га    |                             |
| 3   | Карбамид                   | удобрение          | 6 кг/га     | 23 июня 2020 г.             |
|   | Сульфат аммония            | удобрение          | 3,5 кг/га   |                             |
|   | Эфория                     | инсектицид         | 0,3 л/га    |                             |
|   | Пикет                      | инсектицид         | 0,15 л/га   |                             |
|   | Пивот                      | гербицид           | 0,2 л/га    |                             |
|   | Рабочий раствор            | рабочий раствор    | 150 л/га    |                             |
| 4   | Бор                        | микроэлементы      | 250 г/га    | 24 июля 2020 г.             |
|   | Sunny Mix® «Цинк»          | микроэлементы      | 1 л/га      |                             |
|   | Эфория                     | инсектицид         | 0,3 л/га    |                             |
|   | Пикет                      | инсектицид         | 0,15 л/га   |                             |
|   | Сильвет                    | прилипатель        | 60 мл/100 л |                             |
|   | Рабочий раствор            | рабочий раствор    | 200 л/га    |                             |
| ООО «Агрофирма Урожай» Зонального района Алтайского края.<br>Культура: яровой рапс. Сорт: Рапуль Кюри. Все делянки. 2021 г. |                            |                    |             |                             |
| 1   | Торнадо 540                | гербицид           | 2,0 л/га    | до посева<br>14 мая 2021 г. |
| 2   | Клетодим                   | пестицид, гербицид | 0,8 л/га    | 7 июня 2021 г.              |
| 3   | Метконазол Карамба         | фунгицид           | 0,9 л/га    | 19 июня 2021 г.             |
| 4   | Альфа циперметрин          | инсектицид         | 0,2 л/га    | 1 июля 2021 г.              |
|   | Имадаклоприд               | инсектицид         |             |                             |
|   | Клотианидин<br>(Борей Нео) | инсектицид         |             |                             |
| 5   | Боскалид                   | пестицид           | 0,5 л/га    | 14 июля 2021 г.             |
|   | Димоксистробин (Пиктор)    | фунгицид           |             |                             |

При появлении всходов определялась влажность почвы по слоям с шагом в 10 см до 1 метра глубины (%) и рассчитывались влагозапасы (мм). Всего было сделано 360 замеров влажности в 2020 г. и 460 в 2021 г. пятикратной повторности.

Для анализа данных строились двумерные и трехмерные графики изменения запасов влаги по десятисантиметровым слоям почвы на профиле от 0 до 100 см за период вегетации (рис. 3, 4) и интегральные кривые запаса влаги.

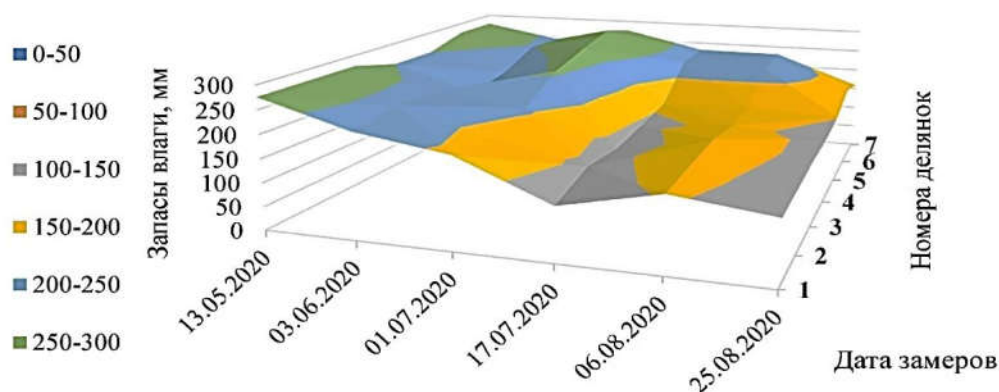


Рисунок 2. Динамика запасов влаги в метровом слое почвы на 7 опытных делянках за период вегетации рапса ярового в 2020 г. (ИП «Вайс А.Э.» Краснозерского района Новосибирской области), мм

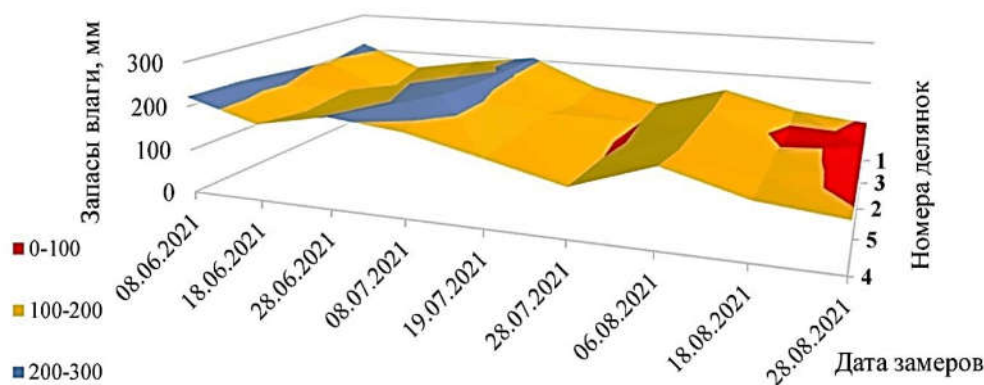


Рисунок 3. Динамика запасов влаги в метровом слое почвы на 5 опытных делянках за период вегетации рапса ярового в 2021 г. (ООО «Агрофирма Урожай» Зонального района Алтайского края), мм

На рисунке 3 номера делянок по оси размещены в соответствии с их геометрическим расположением на плане.

Для оценки эффективности применяемых агротехнических мероприятий ис-

пользовался коэффициент влагопотребления культуры  $K_{вп}$  (мм/т), который показывает сколько культура использовала влаги в мм на формирование 1 тонны урожая [13]:

$$K_{вп} = \frac{W_{в} + W_{о} - W_{у}}{Y}$$

где  $W_{в}$  – содержание влаги в метровом слое почвы до посева культуры, мм  
 $W_{о}$  – осадки, выпавшие за период вегетации, мм  
 $W_{у}$  – содержание влаги в метровом слое на момент уборки урожая, мм  
 $Y$  – биологическая урожайность культуры, т/га.

Таблица 3 – Коэффициенты влагопотребления ярового рапса, полученные на полевых опытах в зоне черноземов юга Западной Сибири в 2020-2021 гг.

| Номера делянок | Полевой опыт 2020 г., 7 делянок             |         |                 | Полевой опыт 2021 г., 5 делянок             |         |                 |
|----------------|---|---------|-----------------|---|---------|-----------------|
|                | водопотребление ( $W_{в}+W_{о}-W_{у}$ ), мм | У, ц/га | $K_{вп}$ , мм/т | водопотребление ( $W_{в}+W_{о}-W_{у}$ ), мм | У, ц/га | $K_{вп}$ , мм/т |
| 1              | 234   | 31      | 75              | 255   | 32,2    | 79              |
| 2              | 229   | 33,2    | 69              | 260   | 32,3    | 81              |
| 3              | 224   | 29,8    | 75              | 262   | 32,1    | 81              |
| 4              | 224   | 30      | 75              | 246   | 32,3    | 76              |
| 5              | 214   | 28,8    | 74              | 259   | 30,5    | 85              |
| 6              | 211   | 31,4    | 67              | -   | -       | -               |
| 7              | 206   | 27,5    | 75              | -   | -       | -               |

Для хозяйства ИП «Вайс А.Э.» Краснозерского района Новосибирской области (2020) по периодам развития растений и вариантам опытов влагозапасы метрового слоя почвы значительно различались. В итоге за период вегетации расход влаги из метрового слоя почвы был наибольшим для делянки №1 (234 мм) и минимален для варианта 7 (206 мм). Но неоспоримое преимущество получили варианты применения удобрений на делянках 2 и 6, где была получена максимальная урожайность 33,2

и 31,4 ц/га соответственно. Наименьший коэффициент влагопотребления соответствовал опытной делянке № 6 (67 мм/т), близко по значению к минимуму подошел вариант № 2 (69 мм/т).

Для хозяйства ООО «Агрофирма Урожай» Зонального района Алтайского края (2021) анализ динамики влагозапасов в метровом слое почвы за период вегетации указывает на существенное изменение ее по фазам развития растений. Так, если 20 мая запасы влаги были макси-



мальны и составили, в среднем, 243,9 мм, то 28 августа они были минимальны и равнялись, в среднем, 95,8 мм. Рост и снижение влагозапасов обусловлены динамикой выпадения осадков, количеством и динамикой развития растений по фазам вегетации, применяемыми удобрениями. При этом вариация влагозапасов была максимальна 18 июня и 18 августа и составила 12,8 и 12,9%, а минимальна – 28 июля (всего 5,2%). В целом, водопотребление ярового рапса за весь период вегетации на 5 делянках менялось в диапазоне 246 – 262 мм, при этом наименьший коэффициент водопотребления дали делянки № 4 и № 1 (76-79 мм/т) с наибольшей урожайностью 32,3-32,2 ц/га.

**Выводы:** 1. В степной зоне Новосибирской области при выращивании ярового рапса сорта «Билдер» на черноземах выщелоченных максимальная урожайность получена в варианте применения удобрений № 2 (33,2 ц/га) и № 6 (31,4 ц/га) с минимальными коэффициентами водопотребления 69 мм/т и 67 мм/т соответственно. Среднее водопотребление у рапса за период вегетации, рассчитанное по 7 делянкам, достигало 220 мм. Для варианта 2 оно равнялось 229 мм, для варианта 6 – минимальному значению 211 мм в полном наборе вариантов.

2. В лесостепной зоне Алтайского края при выращивании ярового рапса сорта «Рапуль Кюри» на черноземах обыкновенных максимальная урожайность получена в варианте применения удобрений № 4 (32,3 ц/га) и № 1 (32,2 ц/га) с минимальным коэффициентом водопотребления 76 и 79 мм/т соответственно. Величина среднего водопотребления рапса за период вегетации, рассчитанного по 5 делянкам, получилась равной 256 мм. У варианта № 4 водопотребление рапса было минимальное – 246 мм, у варианта №1 – 255 мм.

#### Список источников

1. Чекмарев П.А. У рапса большие перспективы // Земледелие. 2009. № 2. С.3-5. URL: <http://jurzemledelie.ru/>
2. Все масла мира. Мировые балансы. URL: <https://www.oilworld.ru/>
3. Баюров Л.И. Рапс - культура будущего!

го! // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2021. №167. С. 1-19. doi: 10.21515/1990-4665-167-001.

4. Емельянов А.М. Полевое кормопроизводство в Забайкалье: монография / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова». Улан-Удэ : Изд-во БГСХА имени В. Р. Филиппова, 2017. 559 с.

5. Влагодобеспеченность посевов ярового рапса на агрочерноземах канской лесостепи / Н.Л. Кураченко, О.А. Ульянова, О.А. Власенко, В.В. Казанов, Е.Ю. Казанова // Вестник аграрной науки. 2020. № 5 (86). С. 39-44. doi: 24411/0235-2451-2018-10208.

6. Протасова Л.Д., Ларина Г.Е. Конкуренциоспособность сорных растений в агроценозе //Агрохимия. 2009. № 6. С. 67-85.

7. Масличные капустные культуры в растениеводстве Центрального экономического района / В.Т. Воловик, А.С. Шпаков, Ю.К. Новоселов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 2. С. 33-35. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10208.

8. Костюминский С.Ю., Яковлев В.Х. Яровой рапс – перспективная культура Сибири // Земледелие. 2009. № 2. С.16-17. URL: <http://jurzemledelie.ru/>

9. Наздрачев Я.П. Применение минеральных удобрений при возделывании ярового рапса на маслосемена на черноземе южном // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2014. № 6 (241). С. 110-117.

10. Ильин Ю.М., Цыдыпова С.Б., Белек Е.Н. Влияние глобального потепления климата на водный режим почв Байкальской природной территории // Актуальные вопросы развития аграрного сектора экономики Байкальского региона, материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки. Улан-Удэ, 2021. С.252-256. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_45753512\\_30641610.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_45753512_30641610.pdf)

11. Приемы повышения урожайности ярового рапса в Орловской области / Н.Н. Лысенко, А.Ф. Мельник [и др.] // Земледелие. 2009. № 2. С. 17-18. URL: <http://jurzemledelie.ru/>

12. Лукомец В.М., Горлов С.Л., Кривошлыков К.М. Перспективы и стимулирование производства рапса в Российской Федерации // Земледелие. 2009. № 2. С. 7-8. URL: <http://jurzemledelie.ru/>



13. Карпачев В.В. Научное обеспечение производства рапса в России // Земледелие. 2009. № 2. С. 8-10. URL: <http://jurzemledelie.ru/>

### References

1. Chekmarev P.A. U rapsa bolshiye perspektivy [Rapeseed has great prospects]. *Zemledelie*. 2009;2:3-5. URL: <http://jurzemledelie.ru/> (In Russ.)

2. All oils of the world. World balances. URL: <https://www.oilworld.ru/>

3. Bayurov L.I. Rapeseed – culture of the future! *Polythematic Network Electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. 2021;167:1-19. doi: 10.215/1990-4665-167-001 (In Russ)

4. Emelyanov A.M. Polevoye kormoproizvodstvo v Zabaykal'ye [Field fodder production in Transbaikalia]. 2017. 559 p. (In Russ.)

5. Kurachenko N.L., Ulyanova O.A., Vlasenko O.A., Kazanov V.V., Kazanova E.Yu. Moisture supply of spring rape sowings on agrichernozem of the Kansk forest-steppe. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020;5(86):39-44. doi: 24411/0235-2451-2018-10208.

6. Protasova L.D., Larina G.E. Competitiveness of weeds in agrocenosis. *Agrochemistry*. 2009;6:67-85 (In Russ.)

7. Volovik V.T., Shpakov A.S., Novoselov Yu.K. et al. Oil cabbage crops in crop production of the Central Economic Region. *Achievements of science and technology in*

*Agro-Industrial Complex*. 2018;32(2):33-35. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10208 (In Russ.)

8. Kostyuminsky S.Yu., Yakovlev V.Kh. Spring rapeseed is a promising crop in Siberia. *Zemledelie*. 2009;2:16-17. URL: <http://jurzemledelie.ru/> (In Russ.)

9. Nazdrachev Ya.P. Application of mineral fertilizers in the culture of spring rapeseed for oil seeds in the southern chernozem. *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2014;6(241):110-117 (In Russ.)

10. Ilyin Yu.M., Tsydypova S.B., Belek E.N. Impact of global climate warming on the water regime of the soils of the Baikal natural territory. *Topical issues of the development of the agrarian sector of the economy of the Baikal region*. Proc. of the All-Russian (national) Sci. and Pract. Conf. Ulan-Ude, 2021. P. 252-256 URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_45753512\\_30641610.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_45753512_30641610.pdf) (In Russ.)

11. Lysenko N.N., Melnik A.F. [and others]. Methods for increasing the yield of spring rapeseed in the Oryol region. *Zemledelie*. 2009;2:17-18. <http://jurzemledelie.ru/> (In Russ.)

12. Lukomets V.M., Gorlov S.L., Krivoshlykov K.M. Prospects and stimulation of rapeseed production in the Russian Federation. *Zemledelie*. 2009;2:7-8. URL: <http://jurzemledelie.ru/> (In Russ.)

13. Karpachev V.V. Scientific support of rapeseed production in Russia. *Zemledelie*. 2009;2:8-10. URL: <http://jurzemledelie.ru/> (In Russ.)

### Информация об авторах

**Владимир Иванович Беляев** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственной техники и технологий;

**Андрей Алексеевич Смышляев** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой математики, механики и инженерной графики;

**Евгения Дмитриевна Кошелева** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры математики, механики и инженерной графики;

**Саяна Базыровна Цыдыпова** – ст. преподаватель кафедры мелиорации и охраны земель;

**Пашинова Надежда Валерьевна** – кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры мелиорации и охраны земель.

### Information about the authors

**Vladimir I. Belyaev** – Doctor of Science (Engineering), Professor, Head of Agricultural Machinery and Technologies Chair;

**Andrey A. Smyshlyaev** – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Head of Mathematics, Mechanics and Engineering Graphics Chair;

**Evgenia D. Kosheleva** – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Associate Professor of the Mathematics, Mechanics and Engineering Graphics Chair;

**Sayana B. Tsydypova** – Senior Lecturer, Land Reclamation and Protection Chair;

**Nadezhda V. Pashinova** – Candidate of Science (Engineering), Senior Lecturer, Land Reclamation and Protection Chair.

Статья поступила в редакцию 06.05.2022; одобрена после рецензирования 20.05.2022; принята к публикации 23.05.2022.

The article was submitted on 06.05.2022; approved after reviewing on 20.05.2022; accepted for publication on 23.05.2022.