

УДК 631.417.2 + 631.445.53 (571.4)

## ГУМУСОВОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЧВ СОЛОНЦОВЫХ КОМПЛЕКСОВ БАРАБЫ В ФИТОЦЕНОЗЕ «ПАШНЯ–ЗАЛЕЖЬ»

Л. П. Галеева, доктор сельскохозяйственных наук  
Новосибирский государственный аграрный университет  
E-mail: liub.galeeva @yandex.ru

**Ключевые слова:** гумус, продуктивность, почвы солонцового комплекса, фитоценоз, залежь, пашня, севооборот, минеральные удобрения, гумус, фракционный состав гумуса, гуминовые и фульвокислоты, урожайность зерновых культур и естественных трав, видовой состав трав

**Реферат.** В длительных полевых опытах установлено, что при использовании почв солонцового комплекса в севообороте «пар–пшеница–овёс–овёс» с внесением минеральных удобрений содержание и запасы гумуса практически не изменялись или немного возрастали. Естественное залужение ранее удобряемой пашни зернопарового севооборота почв солонцового комплекса поддерживало запасы гумуса в пахотном слое всех вариантов опыта и увеличивало их в слоях 0–60 и 0–100 см в вариантах  $P_{120}$  и  $N_{30}P_{40}$ . Во фракционном составе гумуса слоя 0–20 см преобладали гуминовые кислоты (ГК). Удобрения увеличивали их содержание на 0,7–9,1%, наибольшим оно было в вариантах  $P_{40}$  и  $P_{120}$ . В составе гуминовых кислот преобладали группы  $GK_1$  и  $GK_2$ , связанные с полуторными оксидами и кальцием – 9–14 и 17–29% соответственно. Доля  $GK_3$  существенно возрастала в вариантах  $N_{90}$ ,  $N_{30}P_{40}$  и  $N_{90}P_{120}$ . Количество фульвокислот (ФК) при внесении удобрений также возрастало, кроме варианта  $N_{90}$ . Отношение  $C_{гк} : C_{фк}$  составило 1,7–2,0, существенно отличаясь от контроля (без удобрений) во всех вариантах, кроме  $N_{30}P_{40}$ ,  $N_{90}P_{120}$  и  $N_{30}P_{40}K_{30}$  (1,3–1,5). В слое 20–40 см содержание ГК и ФК существенно возрастало в варианте  $P_{120}$  за счёт фракций  $GK_3$  и  $ФК_2$  и  $ФК_3$ , обусловленных увеличением подвижности негидролизующего остатка и ростом при этом серно-кислого гидролизата. Отношение  $C_{гк} : C_{фк}$  при этом было самым высоким – 1,5, обуславливая гуматный тип гумуса.

Органическое вещество почв – главный элемент плодородия, содержание которого во многом определяется антропогенными факторами. Возрастающие нагрузки на почву в условиях интенсивного земледелия нередко связаны с ухудшением их гумусового состояния [1, 2].

Солонцы – один из самых повсеместно распространённых типов почв Барабинской низменности и Северной Кулунды, которые встречаются как отдельными крупными пятнами, так и в виде сложных комплексов с другими типами и подтипами почв. Значительные площади солонцов в виде очень мелких контуров распространены среди лугово-чернозёмных и луговых солонцеватых и засоленных почв и даже среди чернозёмов и серых лесных почв. В лесостепной зоне на солонцы приходится 4 млн га, а в Барабе они занимают 25% (2,5 млн га) почвенного покрова. Особенно много солонцов в центральной части лесостепи (Омская

и Новосибирская области), местами на них приходится до 70% от площади почв [3, 4].

В Новосибирской области солонцы и их комплексы с другими почвами составляют около 50% от площади сельскохозяйственных угодий, а в отдельных районах даже 80% [5].

В последние годы в структуре сельскохозяйственных угодий России сохраняется устойчивая тенденция к сокращению площади пашни и росту за счёт этого залежных земель. Такая же ситуация складывается и на почвах солонцовых комплексов, более половины площади которых к середине 90-х годов прошлого века были вовлечены в пашню и заняты зернопаровыми, зернопропашными и другими севооборотами, где высокую урожайность невозможно было получать без внесения минеральных удобрений [6, 7]. В настоящее время в условиях недостаточной материально-технической обеспеченности сельскохозяйственного производства ставится задача более эффективного

использования уже существующего плодородия земель, созданного в результате многолетнего внесения в почву минеральных удобрений [8].

Гумусовое состояние солонцовых почв Западной Сибири отражено в ряде работ. Так, для солонцов лесостепи Омской области установлена прочная взаимосвязь гумуса с минеральной частью почвы, отмечено его накопление в менее дисперсных фракциях мелкозёма. Содержание гуминовых и фульвокислот, их соотношение и фракционный состав служат показателями состояния органического вещества этих почв, их плодородия. В составе гумуса лесостепных солонцов преобладают гуминовые кислоты, максимум которых приходится на иллювиальные горизонты [9]. Установлено, что в горизонте А луговых среднестолбчатых солонцов Алтайского края и лесостепи Барабы тип гумуса гуматно-фульватный ( $C_{гк} : C_{фк} = 0,6-0,7$ ), а в горизонте В – фульватно-гуматный. Согласно данным В.И. Убогова [10], отношение  $C_{гк} : C_{фк}$  расширяется от солонцов каштановых к солонцам чернозёмным. При этом увеличение степени солонцеватости в чернозёмных солонцах не вызывает повышения содержания фульвокислот в гумусе. Солонцы лесостепной зоны Западной Сибири характеризуются гуматным типом гумуса по всему профилю.

В то же время Н.Ф. Ганжара [11] указывает, что под влиянием обменного натрия в солонцах изменяются физические свойства, поэтому нельзя судить о его прямом влиянии на качественный состав гумуса данных почв. Обменный натрий способствует образованию фульватного гумуса.

Исследованиями Л.П. Балашовой [12] установлено, что тип гумуса в горизонте А почв солонцового комплекса, содержащих солончак луговой, лугово-чернозёмную и чернозёмно-луговую солонцеватую почвы, – гуматный. Гуминовые и фульвокислоты представлены фракцией, связанной с кальцием. Только в горизонтах с содержанием гумуса менее 1% тип гумуса сменяется на фульватный, что связано с его иллювиальной природой. На фракцию подвижных гуминовых кислот приходится 11–35,3%. В многонариевых солонцах гуминовые кислоты в горизонте А и солонцовых горизонтах образуют менее прочные соединения с минеральной частью почвы, а их количество меньше, чем в малонариевых солонцах. Гуминовые кислоты солонцовых горизонтов менее гидрофильные и дисперсные по сравнению с таковыми чернозёмных почв. С увеличением степени солонцеватости повышается раствори-

мость органических соединений, которая растёт также с увеличением рН.

В солонцах чернозёмных луговых более 50% органического вещества представлено нерастворимыми формами – гуминами: в верхней части на них приходится 48–68%, с глубиной их количество увеличивается. Гуминовые кислоты составляют 27–34% от общего углерода в верхних горизонтах зональных почв и 18–38% – в солонцах. Гумус каштановых солонцов – гуматно-фульватный в верхних горизонтах и фульватный – в нижних; 75–86% гуминовых кислот в лугово-каштановых почвах и чернозёмах приходится на формы, связанные с кальцием. В солонцах каштановых 30–83% гуминовых кислот представлены свободными или рыхлосвязанными формами, что отличает состав гумуса солонцов от других почв. В надсолонцовом горизонте ГК в основном представлены свободными и связанными с подвижными формами  $R_2O_3$  гуминовыми кислотами и менее половины связаны с кальцием. В солонцовом горизонте резко уменьшается количество гуминовых кислот свободных и связанных с подвижными формами  $R_2O_3$  – с 80 до 46% и увеличивается группа гуминовых кислот, связанных с кальцием – с 20 до 46%, которое в горизонте В<sub>2</sub> ещё более возрастает. Высокую подвижность гуминовых кислот автор связывает с большим количеством поглощённого натрия и наличием соды.

Исследования на мелких и глубоких луговых солонцах, лугово-чернозёмных и чернозёмно-луговых солонцах показали, что тип гумуса во всех почвах гуматный ( $C_{гк} : C_{фк} > 1$ ). В солонце мелком гумусовые кислоты высокоподвижны, 50–65% гуминовых и 33–71% фульвокислот иллювиальных горизонтов пептизируются водой. В солонце глубоком водорастворимые формы гуминовых и фульвокислот составляют 1–8 и 11–20% от общего их содержания соответственно [13].

Цель данных исследований – изучить гумусовое состояние и продуктивность почв солонцового комплекса, которые произошли за 25 лет их различного использования (пашня – залежь).

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В стационарном полевом опыте (бывший солонцовый стационар СибНИИЗиХ сельского хозяйства СО РАСХН, ОАО «Кабинетное» Чулымского района Новосибирской области) изучали влияние ежегодного внесения в почву ми-

неральных удобрений в течение 4 ротаций севооборота «пар–пшеница–овёс–овёс» (15 лет) и последствия этих удобрений при переходе пашни снова в залежь (10 лет) на изменение гумусового состояния почв солонцовых комплексов.

Почвенный покров опытного поля севооборота представлен солонцами чернозёмно-луговыми корковыми, мелкими, средними и глубокими мало- и средненатриевыми в комплексе с лугово-чернозёмными и чернозёмно-луговыми солонцеватыми почвами, имеющими следующие показатели: содержание гумуса 6–9%, валовых азота и фосфора – 0,250–0,470 и 0,090–0,180% соответственно; pH водный 7,1–8,0, содержание подвижного фосфора и обменного калия 21–25 и 316 мг/кг соответственно, обменных оснований и кальция – 36,4 мг-экв/100 г почвы и 36% от суммы соответственно, обменного натрия – 2,5–4,0 мг-экв/100 г почвы.

Варианты опыта: 1) контроль; 2)  $N_{30}$ ; 3)  $N_{90}$ ; 4)  $P_{40}$ ; 5)  $P_{120}$ ; 6)  $N_{30}P_{40}$ ; 7)  $N_{90}P_{120}$ ; 8)  $N_{90}P_{120}K_{30}$ . Азотные удобрения (аммиачная селитра, 34% д.в.) вносили во все поля севооборота, кроме пара, фосфорные (суперфосфат двойной, 42% д.в.), калийные (хлористый калий, 60% д.в.) и совместные сочетания удобрений – ежегодно вразброс перед весенней культивацией. Повторность опыта – 3–4-кратная, учётная площадь делянки 170 м<sup>2</sup> (10 × 17).

Отбор почвенных образцов в пашне, а затем в 10-летней удобренной залежи проводили с двух несмежных повторностей по слоям с интервалом 20 см до глубины 100 см ежегодно: в пашне – весной до посева и осенью перед уборкой урожая; в залежи – летом, в период массового цветения естественных трав. В этот же период были учтены урожайность трав и их видовое разнообразие по вариантам опыта.

Анализ почвы выполнен стандартными агрохимическими методами: содержание гумуса в почве – по методу Тюрина (ГОСТ 26213–91); фракционно-групповой состав гумуса – по полной схеме Пономарёвой и Плотниковой (1980); pH – потенциометрически (ГОСТ 26483–85); обменные основания и обменный кальций – трилонометрическим методом (ГОСТ 27821–88); общий азот – по Кьельдалю, Иодльбауэру; фосфор – по Гинзбург и др. (ГОСТ 26261–84); подвижный фосфор (фосфатная ёмкость Q) и обменный калий – по Мачигину (ГОСТ 26206–91); анализ водной вытяжки – по Аринушкиной (1970).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ погодных условий в годы проведения полевого опыта с действием (пашня, 4 ротации севооборота «пар–пшеница–овёс–овёс») и последствием (10-летняя залежь) минеральных удобрений на почвах солонцового комплекса показал, что за этот период 50% лет были умеренно тёплыми и влажными, 30 – жаркими и сухими и 20% – прохладными и очень влажными. Сумма осадков за вегетационный период (май–сентябрь) за половину лет исследований превышала среднемноголетнюю, за 21% лет была близка к норме и за 29% лет – ниже её.

В среднем вегетационный период за все годы исследований характеризовался как тёплый и даже жаркий и большей частью достаточно увлажнённый, особенно в конце 3-й и 4-й ротаций севооборота.

В мае влагообеспеченность зерновых культур за первые две ротации севооборота была выше среднемноголетней, а обеспеченность теплом колебалась в пределах повышенной – низкая – повышенная. Рост и развитие зерновых культур в 3-й и 4-й ротациях севооборота проходили при повышенной температуре и недостаточном количестве осадков. Июнь большую часть лет исследований характеризовался недостатком влаги и достаточным количеством тепла. В июле во все годы исследований наблюдался дефицит влаги и высокая обеспеченность растений теплом. Август во все годы тёплый, 50% лет – недостаточно влажный, 50% – близкий к среднемноголетней норме и выше неё. Сентябрь во все годы исследований – достаточно тёплый, 50% лет – недостаточно увлажнённый и 50% – близкий к среднемноголетней норме и выше неё.

Преобладание корковых, мелких и средних солонцов на 1-й повторности опытного поля и глубоких солонцов в комплексе с чернозёмно-луговой почвой на 3-й обуславливало существенные различия в содержании гумуса. Исходное (1981 г.) содержание гумуса сильно варьировало по повторностям опыта: 6,5–8,8; 3,2–8,3 и 1–2,1% в слое 0–20, 20–40 и 40–60 см соответственно (рис. 1). При ежегодном внесении минеральных удобрений в почву в течение 4 ротаций севооборота и последующем её 10-летнем естественном залужении содержание гумуса в слое 0–20 см на 1-й повторности всех вариантов опыта изменялось от среднего до повышенного и возрастало

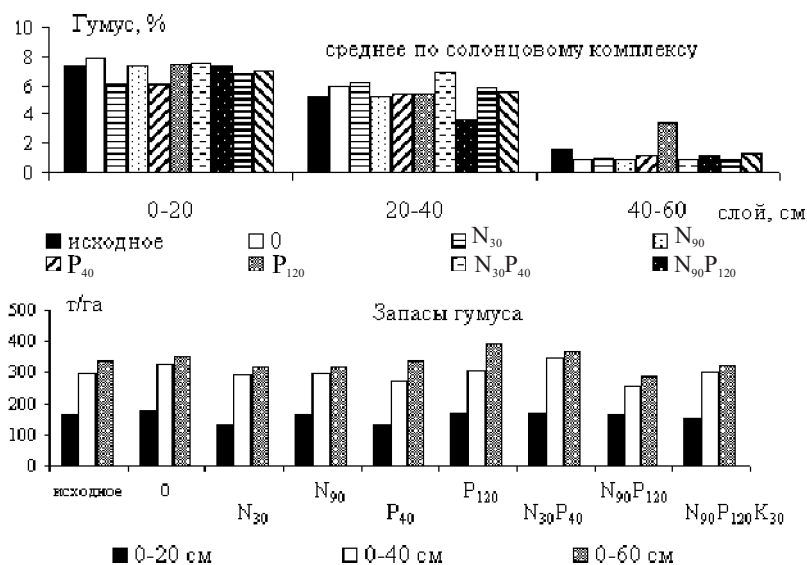


Рис. 1. Изменение содержания и запасов гумуса в почвах солонцового комплекса при систематическом внесении удобрений и последующем залужении пашни

в ряду:  $N_{30} < P_{40} = P_{120} < N_{90}P_{120} < N_{90} = N_{30}P_{40} < \text{контроль} < N_{90}P_{90}K_{30}$ . В слое 0–20 см 3-й повторности удобренной залежи содержание гумуса увеличивалось от повышенного до высокого в ряду:  $P_{40} < N_{90}P_{120} < K_{30} < N_{30} < N_{90} = N_{90}P_{120} < N_{30}P_{40} < P_{120} = 0$  (контроль).

Через 15 лет использования почв солонцового комплекса в пашне с внесением удобрений в севообороте «пар–пшеница–овёс–овёс» содержание и запасы гумуса практически не изменялись или немного возрастали.

Естественное залужение ранее удобряемой пашни зернопарового севооборота почв солонцового комплекса поддерживало запасы гумуса в пахотном слое всех вариантов опыта и увеличивало их в слоях 0–60 и 0–100 см в вариантах  $P_{120}$  и  $N_{30}P_{40}$ .

Во фракционном составе гумуса слоя 0–20 см почв преобладали гуминовые кислоты (ГК). Удобрения увеличивали их содержание на 0,7–9,1%, наибольшим оно было в вариантах  $P_{40}$  и  $P_{120}$  (табл. 1). В составе гуминовых кислот преобладали группы  $ГК_1$  и  $ГК_2$ , связанные с полуторными оксидами и кальцием – 9–14 и 17–29% соответственно. Доля  $ГК_3$  существенно возрастала в вариантах  $N_{90}$ ,  $N_{30}P_{40}$  и  $N_{90}P_{120}$ . Количество фульвокислот (ФК) при внесении удобрений также возрастало, кроме варианта  $N_{90}$ . Отношение  $C_{ГК}:C_{ФК}$  составило 1,7–2,0, существенно отличаясь от контроля (без удобрений) во всех вариантах, кроме  $N_{30}P_{40}K_{30}$ ,  $N_{90}P_{120}$  и  $N_{30}P_{40}K_{30}$  (1,3–1,5).

В слое 20–40 см содержание ГК и ФК существенно возрастало в варианте  $P_{120}$  за счёт фракций  $ГК_3$  и  $ФК_2$  и  $ФК_3$ , обусловленных увеличением подвижности негидролизующего остатка и ростом при этом серно-кислого гидролизата (табл. 2). Отношение  $C_{ГК}:C_{ФК}$  при этом было самым высоким – 1,5, обуславливая гуматный тип гумуса.

Комплексность почвенного покрова опытного поля и различия условий тепло- и влагообеспеченности вегетационных периодов за годы исследований оказали неоднозначное влияние на действие и последствие удобрений на величину урожайности зерновых культур севооборота, естественных трав и плодородие почв.

Учёт урожайности зерновых культур за 4 ротации севооборота и зелёной массы и сена естественных трав залежи опытного поля показал существенные различия в действии и последствии удобрений (рис. 2).

Самая высокая урожайность зерновых культур в севообороте получена в варианте  $P_{120}$ , зелёной массы трав – в вариантах  $N_{90}$ ,  $N_{30}$  и  $P_{40}$  (73, 69 и 57% к контролю соответственно), а сена – в вариантах  $N_{90}$  и  $N_{30}P_{40}$  (24 и 21% к контролю соответственно). Урожайность естественных трав сильно варьировала по повторностям, что связано с высокой комплексностью почвенного покрова опытного поля и разным ботаническим составом трав.

Степень покрытия опытного поля травянистой растительностью через 10 лет его естественного залужения составила 70–100%. На 1-й повторности в составе трав присутствовали горо-

Таблица 1

**Изменение фракционного состава гумуса в почвах солонцового комплекса при переходе пашни в залежь в слое 0–20 см, % к общему органическому углероду**

| Показатели                            | Контроль<br>(без удо-<br>брений) | N <sub>30</sub> | N <sub>90</sub> | P <sub>40</sub> | P <sub>120</sub> | N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> | N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> | N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>30</sub> |
|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| Общий органический углерод, % к почве | 5,7                              | 5,7             | 5,4             | 4,3             | 4,7              | 5,2                             | 4,9                              | 4,3                                             |
| Гуминовые кислоты                     |                                  |                 |                 |                 |                  |                                 |                                  |                                                 |
| 1                                     | 10,2                             | 9,4             | 10,5            | 12,9            | 8,7              | 11,0                            | 11,8                             | 13,9                                            |
| 2                                     | 20,2                             | 27,0            | 21,8            | 27,3            | 29,5             | 25,0                            | 17,5                             | 20,3                                            |
| 3                                     | 2,3                              | 4,9             | 1,1             | 1,6             | 1,7              | 3,0                             | 4,9                              | 2,5                                             |
| сумма                                 | 32,7                             | <b>41,3</b>     | <b>33,4</b>     | <b>41,8</b>     | <b>39,9</b>      | <b>39,0</b>                     | <b>34,2</b>                      | <b>36,7</b>                                     |
| Фульвокислоты                         |                                  |                 |                 |                 |                  |                                 |                                  |                                                 |
| 1a                                    | 1,8                              | 1,8             | 1,8             | 2,1             | 2,3              | 1,9                             | 2,2                              | 2,3                                             |
| 1                                     | 4,0                              | 8,5             | 4,6             | 5,6             | 4,5              | 5,2                             | 3,9                              | 4,2                                             |
| 2                                     | 10,2                             | 8,6             | 5,7             | 10,5            | 13,1             | 15,2                            | 10,4                             | 17,3                                            |
| 3                                     | 5,6                              | 4,4             | 3,9             | 3,8             | 3,6              | 4,4                             | 7,5                              | 3,7                                             |
| сумма                                 | 21,6                             | <b>23,3</b>     | 16,0            | <b>22,0</b>     | <b>23,5</b>      | <b>26,7</b>                     | <b>24,0</b>                      | <b>27,5</b>                                     |
| Серно-кислый гидролизат               | 54,3                             | 64,7            | 49,3            | 63,8            | 63,4             | 65,6                            | 58,2                             | 64,2                                            |
| Негидролизующий остаток               | 45,7                             | 35,3            | 50,7            | 36,2            | 36,6             | 34,4                            | 41,8                             | 35,8                                            |
| C <sub>гк</sub> : C <sub>фк</sub>     | 1,5                              | <b>1,8</b>      | <b>2,0</b>      | <b>1,9</b>      | <b>1,7</b>       | <b>1,5</b>                      | 1,4                              | 1,3                                             |

Таблица 2

**Изменение фракционного состава гумуса в почвах солонцового комплекса при переходе пашни в залежь в слое 20–40 см, % к общему органическому углероду**

| Показатели                            | Контроль<br>(без удо-<br>брений) | N <sub>30</sub> | N <sub>90</sub> | P <sub>40</sub> | P <sub>120</sub> | N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> | N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> | N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>30</sub> |
|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| Общий органический углерод, % к почве | 3,6                              | 4,0             | 3,6             | 3,5             | 3,4              | 4,5                             | 2,9                              | 3,9                                             |
| Гуминовые кислоты                     |                                  |                 |                 |                 |                  |                                 |                                  |                                                 |
| 1                                     | 6,1                              | 6,5             | 5,6             | 6,0             | 14,3             | 7,4                             | 5,2                              | 11,9                                            |
| 2                                     | 23,9                             | 25,4            | 25,8            | 21,8            | 36,0             | 16,4                            | 14,6                             | 16,8                                            |
| 3                                     | 2,5                              | 4,7             | 1,4             | 8,1             | 0,6              | 2,2                             | 3,5                              | 2,5                                             |
| сумма                                 | 32,5                             | <b>36,6</b>     | <b>32,8</b>     | <b>35,9</b>     | <b>50,9</b>      | 26,0                            | 23,3                             | 31,2                                            |
| Фульвокислоты                         |                                  |                 |                 |                 |                  |                                 |                                  |                                                 |
| 1a                                    | 2,2                              | 3,0             | 2,5             | 2,6             | 3,3              | 2,2                             | 2,8                              | 2,5                                             |
| 1                                     | 3,9                              | 11,0            | 3,7             | 3,4             | 8,0              | 0,2                             | 1,0                              | 5,3                                             |
| 2                                     | 10,8                             | 6,2             | 15,7            | 19,0            | 15,2             | 14,8                            | 18,4                             | 14,7                                            |
| 3                                     | 8,9                              | 3,2             | 6,1             | 17,5            | 6,5              | 6,3                             | 10,8                             | 4,1                                             |
| сумма                                 | 25,8                             | 23,4            | <b>28,0</b>     | <b>42,5</b>     | <b>33,0</b>      | 23,5                            | <b>33,0</b>                      | <b>26,6</b>                                     |
| Серно-кислый гидролизат               | 58,3                             | 59,9            | 60,9            | 78,4            | 83,9             | 49,5                            | 56,2                             | 57,9                                            |
| Негидролизующий остаток               | 41,7                             | 40,1            | 39,1            | 21,6            | 16,1             | 50,5                            | 43,8                             | 42,1                                            |
| C <sub>гк</sub> : C <sub>фк</sub>     | 1,2                              | <b>1,5</b>      | 1,1             | 0,8             | <b>1,5</b>       | 1,1                             | 0,7                              | 1,1                                             |

шек мышиный, овсяница луговая, тысячелистник и пырей. На 3-й повторности опыта, благодаря более высокому плодородию почв, наблюдалось большее видовое разнообразие трав с преобладанием клевера красного и горошка мышиного с примесью пырея бескорневищного, тысячелистника, костреца безостого, овсяницы луговой, борщевика, льнянки, мятлика и щетинника сизого

(рис. 3). В варианте P<sub>120</sub> и контроле в составе трав преобладали злаковые разновидности, а в вариантах N<sub>30</sub>P<sub>40</sub> и NPK на злаковые и бобовые разновидности приходилось поровну. Азотные (N<sub>30</sub> и N<sub>90</sub>), фосфорные в небольших дозах (P<sub>40</sub>) и азотно-фосфорные удобрения (N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>) способствовали появлению в составе трав разнотравья, на долю которого приходилось 17–25%.

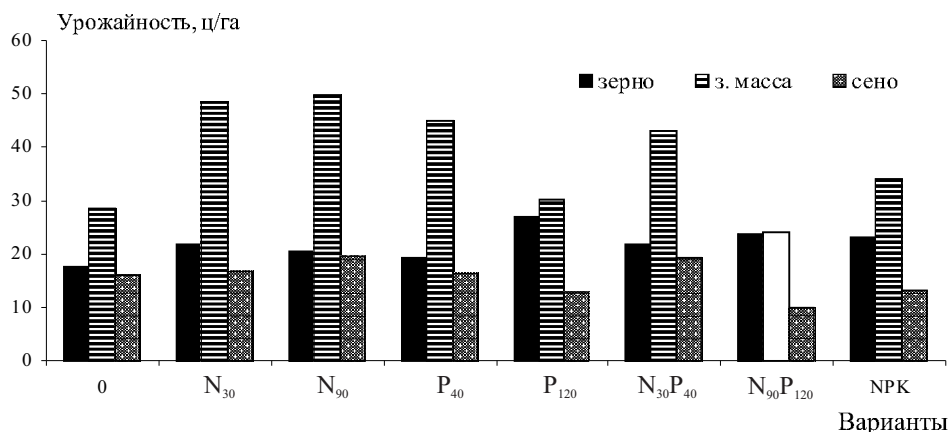


Рис. 2. Влияние действия минеральных удобрений на урожайность зерновых культур в севообороте (15 лет) и их последствия (10 лет) на урожайность естественных трав залежи

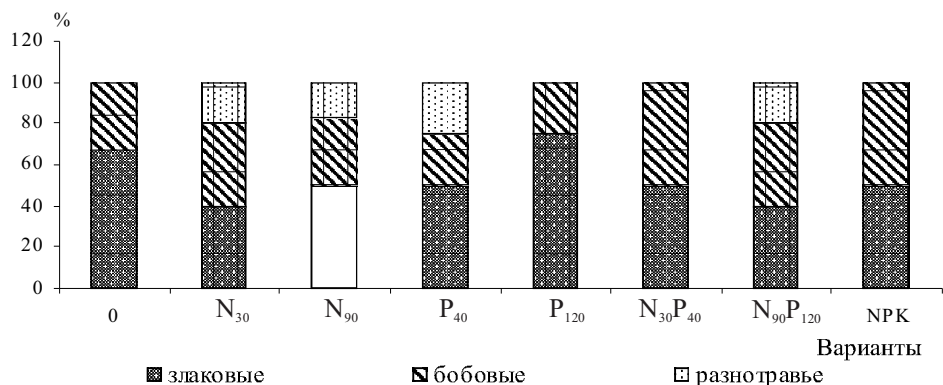


Рис. 3. Влияние последствия минеральных удобрений на видовое соотношение естественных трав залежи почв солонцового комплекса

Общий вынос элементов питания травами сильно варьировал и зависел от величины урожайности и видового соотношения трав. Наибольший вынос азота травами (злаковые, бобовые, разнотравье) отмечен в вариантах P<sub>40</sub> и N<sub>90</sub> – 32 кг/га, который в 1,9 раза превышал таковой в контроле (злаковые, бобовые). Вынос травами фосфора был в 5–6 раз меньше, чем азота, и составлял 3–6 кг/га. Больше всего фосфора травы (злаковые, бобовые, разнотравье) потребляли в вариантах с одними азотными удобрениями (N<sub>30</sub>, N<sub>90</sub>) – 5 и 6 кг/га, что в 1,4 и 1,5 раза превышало контроль. В этих же вариантах отмечен и наибольший вынос травами калия и магния – 34 кг/га, что в 1,3 и 1,6 раза больше, чем в контроле. Наибольшее потребление натрия травами отмечено в вариантах N<sub>30</sub>P<sub>40</sub> и N<sub>90</sub> – 38 и 30 кг/га, что в 1,6 и 1,3 раза превышало контроль.

Следовательно, больше всего травы потребляли калия и натрия, немного меньше – азота, мало – магния и меньше всего – фосфора, что

обусловлено особенностями физико-химических свойств почв солонцового комплекса.

## ВЫВОДЫ

1. Через 15 лет использования почв солонцового комплекса в пашне с внесением удобрений в севообороте «пар–пшеница–овёс–овёс» содержание и запасы гумуса практически не изменялись или немного возрастали.
2. Естественное залужение ранее удобряемой пашни зернопарового севооборота почв солонцового комплекса поддерживало запасы гумуса в слое 0–20 см всех вариантов опыта и увеличивало их в слоях 0–60 и 0–100 см в вариантах P<sub>120</sub> и N<sub>30</sub>P<sub>40</sub>.
3. Во фракционном составе гумуса слоя 0–20 см почв преобладали гуминовые кислоты (ГК). Удобрения увеличивали их содержание на 0,7–9,1%. Количество фульвокислот (ФК) также возрастало.

4. Состав гуминовых кислот в слое 0–20 см в основном представлен ГК<sub>1</sub> и ГК<sub>2</sub>, связанными с полуторными оксидами и кальцием. Азотные и фосфорные удобрения увеличивали отношение  $C_{ГК} : C_{ФК}$  в гумусе почвы всех вариантов до 1,7–2,0, кроме  $N_{30}P_{40}K_{30}$ ,  $N_{90}P_{120}$  и  $N_{30}P_{40}K_{30}$ , где оно было близким к контролю – 1,5. В слое 20–40 см содержание ГК и ФК существенно возрастало в варианте  $P_{120}$  за счёт фракций ГК<sub>3</sub> и ФК<sub>2</sub> и ФК<sub>3</sub>, обусловленных увеличением подвижности негидролизуемого остатка и ростом при этом серно-кислого гидролизата.
5. Самая высокая урожайность зерновых культур в севообороте получена в варианте  $P_{120}$  зелёной массы трав в период залужения ранее удобренной пашни – в вариантах  $N_{90}$ ,  $N_{30}$  и  $P_{40}$  (73, 69 и 57% к контролю соответственно), а сена – в вариантах  $N_{90}$  и  $N_{30}P_{40}$  (24 и 21% к контролю соответственно).
6. Больше всего травы потребляли калия и натрия, немного меньше – азота, мало – магния и меньше всего – фосфора, что обусловлено особенностями физико-химических свойств почв солонцового комплекса.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клёнов Б.М. Устойчивость гумуса автоморфных почв Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, фил. «Гео», 2000. – 176 с.
2. *Воспроизводство* гумуса как составная часть системы управления плодородием почвы: метод. пособие / И.Н. Шарков, А.А. Данилова, А.С. Прозоров [и др.]; Россельхозакадемия. ГНУ СибНИИЗиХ. – Новосибирск, 2010. – 36 с.
3. Курачев В.М., Рябова Т.Н. Засолённые почвы Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1981. – 152 с.
4. Семендяева Н.В. Свойства солонцов Западной Сибири и теоретические основы химической мелиорации. – Новосибирск, 2002. – 160 с.
5. Хмельёв В.А., Танасиенко А.А. Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования. / Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 349 с.
6. Семендяева Н.В., Галеева Л.П., Аверкина С.С. Фосфатный режим луговых солонцов Барабы при гипсовании и внесении минеральных удобрений // Агрохимия. – 1992. – № 8. – С. 34–43.
7. Нитратный режим луговых солонцов Барабы при внесении минеральных удобрений / Н.В. Семендяева, Л.П. Галеева, А.И. Южаков, А.И. Кожевников // Агрохимия. – 1997. – № 2. – С. 51–53.
8. Галеева Л.П. Антропогенное влияние на свойства и плодородие почв солонцовых комплексов Барабинской степи // Агрохимия. – 2012. – № 1. – С. 24–36.
9. Градобоев Н.Д., Коровицкая Е.Н., Парфенов А.И. Качественный состав гумуса солонцов лесостепной зоны Омской области и степень солонцеватости их // Докл. сиб. почвоведов к IX Междунар. конгр. почвоведов. – Новосибирск, 1968. – С. 141–148.
10. Убогов В.И. Гуминовые кислоты лесостепных солонцовых комплексов Западной Сибири и их взаимодействие с некоторыми компонентами минеральной части почвы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 1974. – 25 с.
11. Ганжара Н.Ф. Влияние обменного натрия на качественный состав гумуса // Новое в мелиорации солонцов. – М., 1973. – С. 47–49.
12. Балашова Л.П. Качественный состав гумуса солонцов равнинной левобережной части Алтайского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 1972. – 16 с.
13. Пудовкина Т.А. Содержание и состав гумуса почв черноземно-солонцовых комплексов надпойменных террас р. Алей // Химическая мелиорация и удобрение почв Западной Сибири: науч. тр. – Омск. – 1976. – Т. 150. – С. 37–43.
1. Klenov B.M. *Ustoychivost' gumusa avtomorfnykh pochv Zapadnoy Sibiri*. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, fil. «Geo», 2000. 176 p.
2. Sharkov I.N., Danilova A.A., Prozorov A.S. i dr. *Vosproizvodstvo gumusa kak sostavnaya chast' sistemy upravleniya plodorodiem pochvy* [Metod. posobie; Rossel'khozakademiya. GNU SibNIIZiKh]. Novosibirsk, 2010. 36 p.
3. Kurachev V.M., Ryabova T.N. *Zasolennye pochvy Zapadnoy Sibiri*. Novosibirsk: Nauka, 1981. 152 p.

4. Semendyaeva N. V. *Svoystva solontsov Zapadnoy Sibiri i teoreticheskie osnovy khimicheskoy melioratsii*. Novosibirsk, 2002. 160 p.
5. Khmelev V. A., Tanasienko A. A. *Zemel'nye resursy Novosibirskoy oblasti i puti ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya*. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2009. 349 p.
6. Semendyaeva N. V., Galeeva L. P., Averkina S. S. *Fosfatnyy rezhim lugovykh solontsov Baraby pri gipsovanii i vnesenii mineral'nykh udobreniy* [Agrokhiimiya], no. 8 (1992): 34–43.
7. Semendyaeva N. V., Galeeva L. P., Yuzhakov A. I., Kozhevnikov A. I. *Nitratnyy rezhim lugovykh solontsov Baraby pri vnesenii mineral'nykh udobreniy* [Agrokhiimiya], no. 2 (1997): 51–53.
8. Galeeva L. P. *Antropogennoe vliyanie na svoystva i plodorodie pochv solontsovykh kompleksov Barabinskoy stepi* [Agrokhiimiya], no. 1 (2012): 24–36.
9. Gradoboev N. D., Korovitskaya E. N., Parfenov A. I. *Kachestvennyy sostav gumusa solontsov lesostepnoy zony Omskoy oblasti i stepen' solontsevatosti ikh* [Dokl. sib. pochvovedov k IX Mezhdunar. kongr. pochvovedov]. Novosibirsk, 1968. pp. 141–148.
10. Ubogov V. I. *Guminovye kisloty lesostepnykh solontsovykh kompleksov Zapadnoy Sibiri i ikh vzaimodeystvie s nekotorymi komponentami mineral'noy chasti pochvy* [Avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk]. Omsk, 1974. 25 p.
11. Ganzhara N. F. *Vliyanie obmennogo natriya na kachestvennyy sostav gumusa* [Novoe v melioratsii solontsov]. Moscow, 1973. pp. 47–49.
12. Balashova L. P. *Kachestvennyy sostav gumusa solontsov ravninnoy levoberezhnoy chasti Altayskogo kraya* [Avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk]. Novosibirsk, 1972. 16 p.
13. Pudovkina T. A. *Soderzhanie i sostav gumusa pochv chernozemno-solontsovykh kompleksov nadpoymennykh terras r. Aley* [Khimicheskaya melioratsiya i udobrenie pochv Zapadnoy Sibiri: nauch. tr.]. Omsk, T. 150 (1976): 37–43.

#### HUMUS AND SOIL FERTILITY OF SOLONETZIC COMPLEX OF BARABA IN PHYTOCENOSE “ARABLE FIELD–LEALAND”

Galeeva L. P.

*Key words:* humus, fertility, soils of solonetzic complex, phytocenosis, lealand, arable land, crop rotation, mineral fertilizers, humus, fraction concentration of humus, humic acids and fulvic acids, crop yield and grass yield, species composition.

**Abstract.** The author has conducted long-term field experiment and discovered that application of solonetzic complex in the crop rotation “steam-wheat-oats-oats” and mineral fertilizers didn't significantly affect amount and concentration of humus. Natural grassing of earlier fertilized arable land of crop steam rotation of solonetzic complex enhanced humus concentration in S horizon up to 0–60 cm and 0–100 cm invariants  $P_{120}$  and  $N_{30}P_{40}$ . Fraction concentration of humus 0–20 cm was rich with humic acids; fertilizers increased concentration of humic acids on 0.7–9.1%, mostly in  $P_{40}$  and  $P_{120}$  variants. Humic acids contained  $HA_1$  and  $HA_2$ , linked with sesquioxides and Ca (9–14 and 17–29%). The part of  $HA_3$  increased significantly in variants  $N_{90}$ ,  $N_{30}P_{40}$  and  $N_{90}P_{120}$ . Application of fertilizers enhanced fulvic acids except for variant  $N_{90}$ . Correlation of  $C_{ha}:C_{fa}$  was 1.7–2.0 and differed significantly from the control group (without fertilizers) in all the variants, except for  $N_{30}P_{40}K_{30}$ ,  $N_{90}P_{120}$  and  $N_{30}P_{40}K_{30}$  (1.3–1.5). Concentration of humic acids and fulvic acids in the layer 20–40 cm was increased in variant  $P_{120}$  by means of fractions  $HA_3$  and  $FA_2$  and  $FA_3$  due to mobility of nonhydrolyzed residues and growth of salt lime hydrolysate. Correlation of  $C_{ha}:C_{fa}$  was the highest providing humate type of humus.